ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA

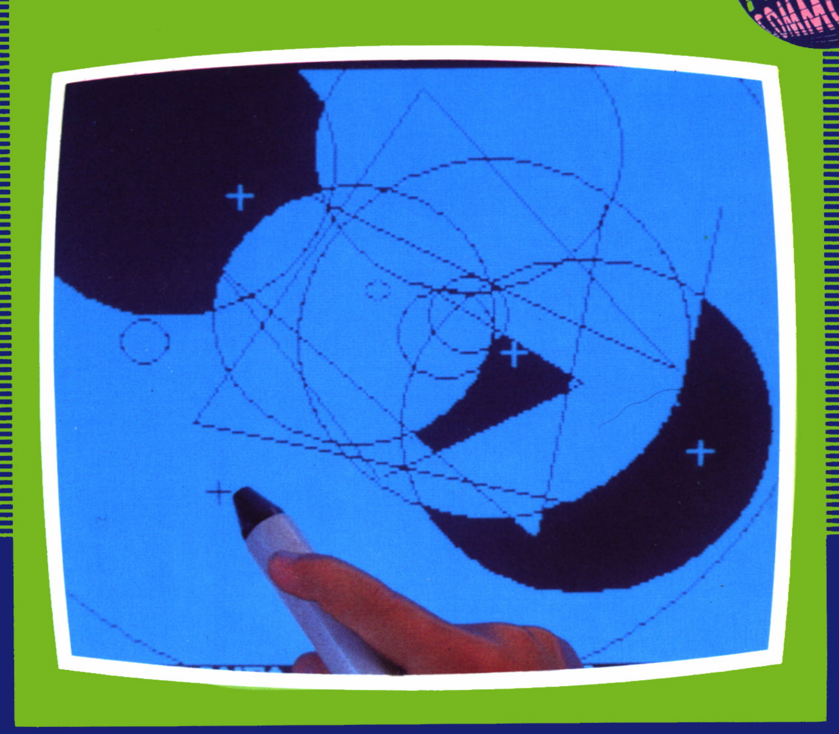
INFORMATICA APLICADA

8

Periféricos interactivos para su ordenador

Carlos Rey

SINCLAIR AMSTRAD COMMODORE IBM



EDICIONES SIGLO CULTURAL

ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA

INFORMATICA APLICADA

8

Periféricos interactivos para su ordenador

EDICIONES SIGLO CULTURAL

Una publicación de

EDICIONES SIGLO CULTURAL, S.A.

Director-editor:
RICARDO ESPAÑOL CRESPO.

Gerente:
ANTONIO G. CUERPO.

Directora de producción:
MARIA LUISA SUAREZ PEREZ.

Directores de la colección:
MANUEL ALFONSECA, Doctor Ingeniero de Telecomunicación y Licenciado en Informática
JOSE ARTECHE, Ingeniero de Telecomunicación

Diseño y maquetación:
BRAVO-LOFISH.

Dibujos:
JOSE OCHOA Y ANTONIO PERERA.

Tomo 8. **Periféricos interactivos para su ordenador**
CARLOS REY, Ingeniero Industrial

Ediciones Siglo Cultural, S.A.

Dirección, redacción y administración:
Sor Angela de la Cruz, 24-7.º G. Teléf. 279 40 36. 28020 Madrid.

Publicidad:
Gofar Publicidad, S.A. Benito de Castro, 12 bis. 28020 Madrid.

Distribución en España:
COEDIS, S.A. Valencia, 245. Teléf. 215 70 97. 08007 Barcelona.
Delegación en Madrid: Serrano, 165. Teléf. 411 11 48.

Distribución en Ecuador: Muñoz Hnos.

Distribución en Perú: DISELPESA.

Distribución en Chile: Alfa Ltda.

Importador exclusivo Cono Sur:
CADE, S.R.L. Pasaje Sud América. 1532. Teléf.: 21 24 64.
Buenos Aires - 1.290. Argentina.

ISBN del tomo: 84-7688-032-4
ISBN de la obra: 84-7688-018-9.

Fotocomposición:
ARTECOMP, S.A. Albarracín, 50. 28037 Madrid.

Imprime:
MATEU CROMO. Pinto (Madrid).

Depósito legal: M-38.684-1986
Printed in Spain - Impreso en España.

Suscripciones y números atrasados:
Ediciones Siglo Cultural, S.A.
Sor Angela de la Cruz, 24-7.º G. Teléf. 279 40 36. 28020 Madrid

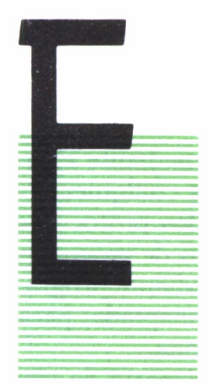
Octubre, 1986.
P.V.P. Canarias: 365,-

INDICE

Los programas que aparecen en este libro funcionan en los ordenadores:

IBM–PC, XT, AT y compatibles.
AMSTRAD–464, 664, 6128, 1512.
SINCLAIR–SPECTRUM 48 K, 128 K, PLUS, PLUS 2.
MSX–Todos los modelos.
COMMODORE–CBM 64 y CBM 128.

INTRODUCCION



EN un volumen anterior denominado «Añada periféricos a su ordenador personal» se presentaron varios ejemplos sencillos de periféricos de construcción posible para cualquier persona medianamente hábil. Las posibilidades de interacción con la máquina son así cada vez mayores y pueden aplicarse a otro tipo de actividades.

Continuando en línea con el libro anterior, se proponen nuevos dispositivos de interacción para comunicar al usuario con el ordenador o a éste con el mundo físico que le rodea. Los proyectos de construcción de algunos de ellos presentan alguna dificultad, pero en su mayoría resultan asequibles a cualquier usuario. También pueden ser de utilidad para orientar la adquisición de equipos ya construidos al conocer con más detalle los fundamentos básicos y aplicaciones concretas.

Se describen inicialmente y de forma resumida las condiciones generales de conexión a periféricos y que ya fueron descritas con detalle en el volumen anterior, para dar coherencia a este volumen. Igualmente se repiten en el apéndice las características de los conectores de expansión de las máquinas tomadas como ejemplo, para facilitar la interpretación de los circuitos.

En el capítulo 2 se describen los circuitos simples de interfaz necesarios en los proyectos analizados. Estos circuitos pueden aplicarse a muchos de los ordenadores personales existentes, aunque están especialmente diseñados para las dos máquinas tomadas como ejemplo: El IBM-PC y el ZX-Spectrum. Con los datos reseñados será fácil la adaptación a otros equipos, ya que casi todos poseen similar arquitectura. En el capítulo 3 se detallan los sensores y actuadores aplicables en los proyectos estudiados. La descripción cubre el principio de funcionamiento así como el circuito que permite la utilización de la señal producida en el sensor. En el capítulo 4 se definen los periféricos simples, que convenientemente agrupa-

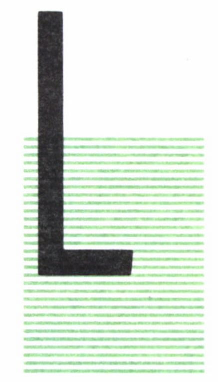
dos forman los periféricos reales, que se describen en el capítulo 5. En este capítulo se analiza con detalle la construcción de varios periféricos interactivos: Tableta digitalizadora, trazador gráfico, sintetizador de voz, digitalizador de imagen. Se muestran diferentes alternativas, indicando los componentes necesarios para la realización del proyecto y planos para su construcción.

En capítulo aparte se trata la interfaz de señales analógicas y las características propias de su tratamiento mediante ordenador. Se muestran soluciones realizables con componentes de fácil adquisición en el mercado nacional y algunos ejemplos prácticos. La posibilidad de conexión de señales proporcionadas por fenómenos físicos producidos en el mundo que nos rodea es de gran interés en la realización de experimentos, en el aprendizaje de las leyes naturales y en el control de las variables del entorno como pueden ser la temperatura o la luminosidad.

El capítulo 7 está dedicado a las comunicaciones, pues mediante algunas de las interfaces normalizadas se conectan periféricos a cualquier ordenador personal. Se analizan las normas más comunes y los protocolos típicos de la conexión de periféricos. Se describen ejemplos de conexión entre ordenadores utilizando adaptadores normalizados, mediante programas en lenguaje BASIC. Este lenguaje posee instrucciones adaptadas para la comunicación con otros dispositivos en conexión asíncrona.

En el apéndice se incluyen instrucciones de montaje, glosario de términos empleados y las descripciones de los buses de conexión de las máquinas mostradas como ejemplo. También se describen los componentes empleados y las referencias bibliográficas de los libros y revistas consultados en la realización de este volumen y que pueden servir de ampliación de conocimientos para el desarrollo de proyectos relacionados con los temas tratados en este libro.

ESTRUCTURA DE UN ORDENADOR PERSONAL 1



LOS periféricos de los ordenadores se conectan a través de circuitos diseñados para esta finalidad y que utilizan parte de otros elementos de la máquina. Es conveniente conocer todos estos elementos con cierto detalle, para poder utilizarlos de forma apropiada. Es importante considerar las señales que se utilizan, su significado, duración y su relación con los circuitos internos de la máquina. Así mismo es necesario tener presente que los elementos internos de la máquina se utilizan a través de programas que direccionan a cada uno de ellos mediante una combinación de señales, relacionadas directamente con el programa.

Vamos a describir las partes principales de que consta un ordenador personal y su relación con los dispositivos exteriores.



CPU

La estructura más común de los ordenadores personales es la de una Unidad Central de Proceso (CPU) conectada a la memoria y los dispositivos periféricos mediante tres «buses» o caminos de comunicación: Direcciones, Datos y Control.

La CPU, que está generalmente realizada mediante un microprocesador con algunos circuitos asociados, actúa como elemento de proceso y control, activando convenientemente cada uno de los buses en instantes perfectamente definidos por un reloj. La información dentro de la CPU se almacena en registros que transitoriamente contienen los operandos con los que realizan las operaciones. La Unidad Aritmética y Lógica (ALU) realiza la operaciones entre los registros. Generalmente uno de los registro se utiliza en todas las operaciones para almacenar el resultado: es el Acumulador. Las instrucciones ejecutadas por la CPU se extraen de la memo-

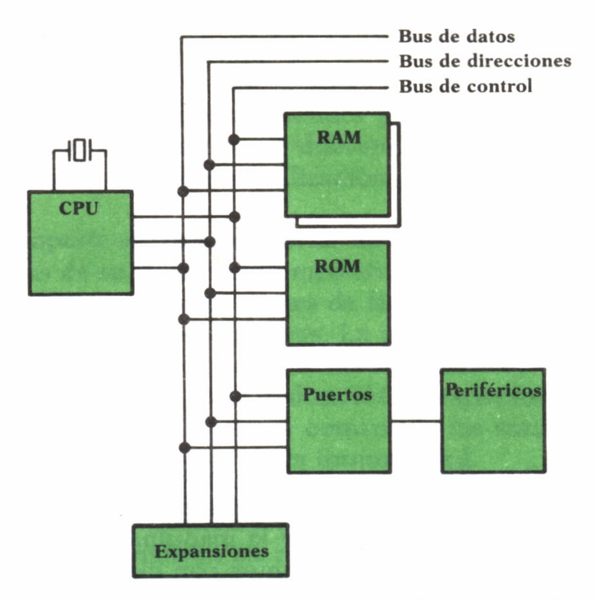


Fig. 1. Estructura de un ordenador personal

ria de forma secuencial de acuerdo con el contenido del registro contador de programa, al terminar la instrucción anterior, salvo que la instrucción sea de bifurcación o salto, en cuyo caso el resultado de la operación se utilizará como nuevo contenido del registro contador de instrucción. También se altera la secuencia de ejecución de instrucciones al producirse la indicación de interrupción, que temporalmente detiene el programa en curso y cede el control a la rutina programada para ejecutarse en caso de generarse un suceso exterior. Al terminar la rutina de tratamiento el programa continúa.

Para el funcionamiento del sistema la CPU produce un conjunto de señales a partir del reloj fundamental. Los circuitos internos de la CPU determinan el instante de comienzo de cada operación mediante la división del tiempo en ciclos. En cada ciclo específico se produce la misma secuencia de señales, activándose los circuitos externos al producirse la combinación apropiada para cada uno. Así por ejemplo para transferir el contenido de una posición de memoria a un registro tendrá que producirse la secuencia de señales que activen la lectura de la memoria referenciada en la instrucción mediante su dirección, mantener estable la lectura durante un tiempo y escribirla en el registro indicado. Todos los pulsos necesarios deben hacerse de manera precisa y determinada para cada ciclo. El tipo de ciclo utilizado depende de cada instrucción. La secuencia de ciclos para una instrucción empieza con la lectura de la instrucción. Según el tipo de los operandos se realizarán lecturas adicionales para traer a los registros de trabajo los datos sobre los que operar. El cálculo de la dirección efec-

tiva de los operandos se realiza después de leído el contenido de la instrucción. Como terminación de la instrucción se realizan ciclos de escritura si el resultado debe quedar en memoria. Es frecuente en los microprocesadores que durante la ejecución de una instrucción se realice la operación de lectura de la instrucción siguiente, con lo que se consigue acelerar la ejecución de instrucciones en conjunto. Esto es posible por que los circuitos utilizados en cada una de las fases son diferentes, por lo que pueden activarse de forma simultánea.

Para poder hacerse una idea de la capacidad de proceso de la máquina se suelen describir las características de la CPU y de los elementos asociados. Los parámetros más importantes a tener en cuenta para la estimación de la potencia de la unidad central son:

- Juego de instrucciones: Tipo, número de operandos, tiempo de ejecución, tipos de direccionamiento.
- Número de bits del bus de datos. Usualmente de 8 a 32 bits. Cuanto mayor sea la longitud mayor es la velocidad de transferencia.
- Número de bits del bus de direcciones o capacidad de direccionamiento.
- Posibilidades de utilización de técnicas de paginación o memoria virtual, para superar los límites de direccionamiento directo.
- Detección de errores de memoria, para garantizar el resultado de las operaciones y transferencias.
- Protección de memoria. Es la posibilidad de definir zonas donde ejecutar programas sin que pueda ser alterado por la ejecución de otros. Fundamental en máquinas multiusuario.
- Buses directos o multiplexados. Los buses directos son más fáciles de utilizar aunque necesitan más patillas en el circuito.
- Velocidad del reloj o ciclo de máquina. Todos los circuitos deberán poder operar a la velocidad fijada por el reloj, principalmente la memoria.
- Número de instrucciones ejecutables por segundo.
- Posibilidades de solapamiento entre lectura y ejecución de instrucciones
- Posibilidad de utilización de proceso en paralelo mediante varios microprocesadores de iguales o diferentes características funcionando a la vez.
- Número y estructura de los registros internos
- Modo de conexión a los periféricos externos: puertos o acceso directo a memoria.
- Posibilidades de interrupciones externas vectorizadas y accesos directos a memoria.

La valoración adecuada de cada uno de los parámetros es difícil de realizar para cada caso particular. Es necesario considerar aplicaciones con-

cretas para que los fríos números tengan significado, pero en general las mayores prestaciones globales corresponden a las máquinas con mayores velocidades y mayores capacidades de direccionamiento. La capacidad efectiva de trabajo de una máquina debe también contemplar la velocidad de transferencia de los dispositivos de almacenamiento externos y de los canales de comunicación, que en el trabajo real suelen resultar el factor limitativo de cualquier configuración.



BUSES

Como ya se ha indicado, la comunicación entre los diferentes elementos de que se compone el ordenador se realiza a través de unos caminos denominados comúnmente «buses».

El BUS DE DATOS conduce la información que según las circunstancias será tratada como datos o como programa. El bus es de tipo bidireccional ya que puede suministrar o recibir información. El número de bits que forman el bus depende de muchos factores. En el entorno de los ordenadores de bajo coste es universal un ancho de 8 bits, aunque hay una rápida evolución hacia los de 16 e incluso de 32 bits.

El BUS DE DIRECCIONES presenta la información necesaria para referenciar cada dato. El número de líneas disponibles para seleccionar diferentes direcciones indicará en base 2 la cantidad de celdas de memoria accesibles por el sistema.

Para la conexión a periféricos indicará el número de «puertos» por los que puede llegar o salir información, agrupados en bloques de 8 bits. Para reducir el número de patillas necesarios en los circuitos integrados de los microprocesadores es frecuente que un mismo pin se utilice para dos fines distintos según el periodo. Suele utilizarse éste multiplexado entre dirección y datos, pues la información que transporta cada uno de ellos no se necesita siempre simultáneamente. Un circuito exterior se encarga de mantener la dirección durante un periodo más largo que el de su aparición en el bus.

Pueden utilizarse diferentes técnicas de direccionamiento de periféricos.

- La primera establece instrucciones específicas para la comunicación con el exterior, lo que se traduce en la existencia de líneas especiales en el bus de control dedicadas a seleccionar cuando la instrucción hace referencia a posiciones de memoria o cuando a la comunicación con el exterior.
- La segunda hace aparecer los dispositivos periféricos como parte integrante del mapa de direcciones de memoria, es decir se accede indistintamente con las mismas instrucciones de máquina tanto a la memoria interna como a los periféricos.

• En la tercera el periférico se comporta como memoria pero con sus propias características de temporización, para permitir lo que se denomina Acceso Directo a la Memoria (DMA). Durante el tiempo que dura la transferencia, el proceso de la CPU está detenido, bien durante un ciclo de instrucción o durante el tiempo de una transferencia completa. Este método requiere en la máquina circuitos especialmente dedicados a optimizar la transferencia.

Para las aplicaciones que nos ocupan es importante considerar la conexión de la unidad central con los dispositivos periféricos. Del bus de direcciones se tomará la referencia para saber cuando se está refiriendo la unidad central al periférico, mediante decodificadores que se activen cuando en el bus se produzca la combinación para la que ha sido programado. El bus de direcciones ha de ser pues cualificado por alguna otra señal que indique cuando la información en el bus es indicadora de dirección de periférico y en que sentido se va a realizar la transferencia.

El BUS DE CONTROL lleva las señales que indican los intervalos de tiempo en que son válidos la dirección o los datos. Dependiendo de la arquitectura de cada ordenador personal hay señales con significado particular, por lo que se describen en rasgos generales y que pueden aplicarse a los dos OP tomados como ejemplo y a otros muchos.

Señales típicas del bus de control:

• Reloj de referencia. Indica al resto de los circuitos los instantes de cambio de periodo y es la base para fijar todas las temporizaciones.

• Reset. Señal que se emplea para realizar la inicialización física del sistema. Suele ir asociada a que la alimentación alcance un nivel adecuado para el funcionamiento de los circuitos.

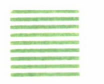
• Señales necesarias para el acceso a la memoria. Incluye los pulsos de lectura/escritura y control de la duración del acceso.

• Señales necesarias para el acceso a los dispositivos exteriores. Incluye los pulsos de lectura/escritura, control de la duración del acceso y las peticiones del bus para acceso por DMA.

• Interrupciones. Señales de comunicación de fenómenos asíncronos con el proceso para que sean atendidos por la unidad central. Pueden ser enmascarables o no enmascarables.

• Indicaciones del estado de la máquina. Permiten sincronizar las acciones exteriores con determinados períodos internos.

Dentro de la unidad central y considerados como dispositivos internos se encuentran los diferentes tipos de memoria y las conexiones a los periféricos externos.



ROM

La memoria de sólo lectura (ROM = Read Only Memory) incluye los programas y datos no alterables por programa o porque se apague la máquina. Contiene los programas de soporte de los dispositivos propios y las rutinas de inicialización y diagnóstico. Este conjunto de programas se denomina Sistema Operativo y facilita el empleo de la máquina pues realiza las funciones de control de los periféricos a través de las peticiones efectuadas por el programa del usuario. En algunas máquinas este conjunto de programas es ampliable mediante la carga de programas adicionales desde algún periférico externo. En otros OP se incluye de forma transparente el acceso al lenguaje intérprete utilizado para la programación de juegos y otras aplicaciones.



RAM

La memoria de lectura/escritura (RAM = Random Access Memory) o de acceso al azar se utiliza para contener los datos y programas variables. En esta memoria se almacenan los programas de aplicación, las áreas de trabajo e incluso el contenido que se visualiza en la pantalla. Los circuitos que integran la memoria RAM son generalmente de tipo dinámico, es decir la información debe ser renovada periódicamente para que no se pierda. Esta renovación se realiza automáticamente mediante el denominado circuito de refresco, que efectúa ciclos de lectura ficticia independientemente del programa que se esté corriendo en la máquina. La máquina puede disponer inicialmente de una cantidad de memoria limitada, ampliable mediante la adición de tarjetas opcionales, hasta el límite fijado por su capacidad de direccionamiento.



PUERTOS

La conexión de los periféricos se realiza a través de circuitos conectados a los buses de forma similar a la memoria, es decir utilizando el bus de direcciones para seleccionar individualmente a cada periférico, el bus de datos para las transferencias de información y el bus de control para sincronizar las operaciones con señales propias indicativas de las diferentes tipos de ciclo de lectura o escritura. Se denomina generalmente «puerto» a cada dirección de entrada/salida de periférico exterior. También es importante la consideración de los diferentes ciclos de acceso a los puertos, que son similares a los de acceso a memoria con alguna relajación en

la temporización para tener en cuenta la respuesta más lenta en general de los dispositivos periféricos.

Los dispositivos exteriores pueden utilizar uno o más direcciones de puerto según sus necesidades. Normalmente necesitarán al menos una dirección para los datos y otra para el control, pero pueden ser muchas más, como en los dispositivos complejos como el adaptador de pantallas o discos, que contienen numerosos registros de control internos, accesibles como puertos diferentes desde la CPU.

El crecimiento en número de dispositivos externos define de manera determinante las aplicaciones posibles de un OP. Si la máquina dispone de arquitectura abierta el número de posibilidades de ampliación es prácticamente ilimitado. Es interesante observar la tendencia entre los OPs. Mientras en unos se ofrecen un conjunto muy avanzado de periféricos pero sin posibilidades de ampliación en otros el equipo básico es bastante limitado, pero posee muchos dispositivos opcionales. No hay una solución única y definitiva, pero parece que tiene más futuro la solución abierta aunque en general pueda resultar más cara. La posibilidad de adaptación, a prácticamente cualquier tipo de aplicación, es hoy una gran ventaja a considerar. En las máquinas utilizadas como ejemplo, aunque la solución es muy diferente, es fundamental en su arquitectura la apertura hacia la conexión de dispositivos externos. El punto de partida de ambos es muy diferente, puesto que la gama de aplicaciones de cada uno de ellos también lo es, pero presentan una característica común y es que han originado una gran actividad de desarrollo de equipos conectables a ellos, lo que indica el éxito de la idea y la aceptación por parte de los usuarios.



INTERRUPCIONES

Los programas se ejecutan en la máquina de forma síncrona, es decir los procesos se realizan de forma encadenada de acuerdo con el orden en el que se programan. Sin embargo es necesario utilizar el resultado de acciones que se realizan de forma no previsible o asíncrona con el proceso principal. La producción de fenómenos asíncronos con el proceso. central hace necesaria una técnica que permita prestar atención cuando sea requerido. El mecanismo de interrupciones utilizado en los dos ordenadores personales descritos es diferente pero tienen en común la utilización transitoria de la unidad central cuando se presenta el fenómeno asíncrono.

El sistema de interrupciones de muchos OPs utiliza un circuito específico para control y vectorización del origen de la interrupción. La vectorización consiste en que el circuito de control hace que en el bus de datos se presente la dirección de la rutina que debe tratar la interrupción en el ciclo que realiza la CPU para reconocer y admitir la solicitud. Con ello el tiempo perdido para el cambio de actividad es mínimo.

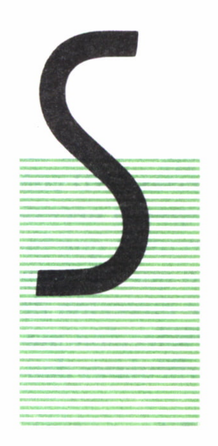
La utilización de interrupciones en la conexión a un periférico está indicada cuando la relación del tiempo de transferencia al tiempo transcurrido entre ellas es pequeña, por lo que un programa dedicado restaría otras posibilidades a la máquina. Es decir para transferencias totalmente periódicas y regulares puede resultar ventajoso la utilización del método de consulta, mientras que para transferencias aperiódicas el método de interrupción es el preferible. Una ventaja adicional es que las transferencias por interrupción permiten el trabajo simultáneo de varias tareas en la máquina, optimizando la utilización de los recursos. Así por ejemplo la escritura en la impresora puede realizarse de manera totalmente simultánea con otros procesos como la edición, sin que ésta se vea afectada, pues el tiempo utilizado para las transferencias desde un fichero o área intermedia es despreciable frente al tiempo total de impresión o de espera ante la pantalla.

El concepto de interrupción puede resultar confuso tal como se describe en algunas máquinas. Conviene distinguir los casos de interrupciones producidas por fenómenos físicos de los utilizados para activar las rutinas internas del sistema operativo, que a menudo se denominan también interrupciones, por suponer un cambio en la secuencia de ejecución normal de las instrucciones. Por ejemplo en la implementación actual del intérprete de BASIC del IBM-PC se presentan como orígenes posibles de interrupción tratadas por el programa: Teclado, lápiz óptico, pulsadores del adaptador de juegos y las comunicaciones asíncronas. Sólo la última se trata realmente por interrupción, siendo las otras tratadas por exploración de la activación de la causa, cuando ésta ha sido programada como condición para la interrupción (mediante las sentencias ON PEN GOSUB NNN y similares). En este caso deberíamos hablar propiamente de seudointerrupciones, porque aunque el efecto macroscópico es el mismo, la realidad no lo es, pues viene condicionada por la arquitectura de la máquina. El programa intérprete efectúa una exploración de los sucesos programados, cada vez que se termina la ejecución de una sentencia.

Puede utilizarse una entrada única de interrupción para recibir peticiones de varios dispositivos, conectándolos en cadena y realizando el control mediante un circuito de codificación de prioridad. Al producirse la interrupción, la CPU explorará secuencialmente los posibles orígenes, a través de otros circuitos de puerto. Al atender al más prioritario, desaparecerá la condición de petición y se pasará a atender al siguiente en el orden jerárquico.

Después de la descripción para una máquina en general es conveniente conocer los detalles específicos de la máquina que se vaya a utilizar en la realidad. En el apéndice se dan detalles de las dos máquinas tomadas como ejemplo IBM-PC y ZX-Spectrum descritas en el volumen número 5 de esta colección. Para el lector interesado en la construcción de los dispositivos es recomendable la consulta del primer capítulo de dicho volumen.

CIRCUITOS SIMPLES DE INTERFAZ 2



SE indican a continuación los circuitos elementales que sirven para comunicar un dispositivo periférico con los buses de las dos máquinas tomadas como ejemplo. Se explican inicialmente los circuitos de interfaz más próximos a la CPU y en segundo lugar los que podríamos llamar periféricos elementales, o sensores y actuadores de los que luego se obtendrán los periféricos reales mediante el agrupamiento apropiado de varios de ellos, junto con otros circuitos electrónicos.



DECODIFICACION DE DIRECCION

Para la comunicación con los periféricos es necesario en primer lugar asignar a cada conjunto de bits que tengan entidad común, una dirección que pueda ser accedida mediante la programación apropiada desde la unidad central. En segundo lugar será necesario diseñar el circuito que se ha de activar cuando se produzca la dirección bajo la cual ve la unidad central al periférico. La decodificación de una dirección consiste en la realización de la función AND con todos los bits que intervengan en la dirección, tomando la señal o su inversa según que en la dirección aparezca como 1 o como 0. El resultado de la función AND es 1 cuando todas las entradas son 1, por lo que para los bits de dirección que aparecen como 0, se tomará la señal complementaria. Con la señal obtenida se activará la carga de información desde el bus de datos al registro del periférico o se pasará desde el periférico al bus para que sea leída la información por la CPU. Por ejemplo para decodificar la dirección X'27' en un sistema de 8 bits de bus de direcciones se dispondría una puerta lógica de 8 entradas como se indica en la figura 2.

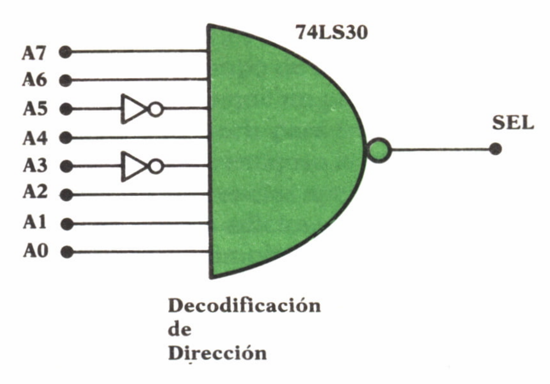


Fig. 2. Circuito de decodificación.

Generalmente se necesita decodificar un conjunto consecutivo de direcciones por lo que sería necesario disponer de varias puertas AND con el correspondiente juego de inversores para cada señal que pueda necesitarse en modo invertido. Para estos casos se dispone de circuitos que incluyen la función de decodificador para 2, 3 o 4 bits, con lo que facilitan la obtención de señales de activación a partir de los bits de dirección de forma cómoda. Como añadido, estos circuitos permiten la selección mediante puentes de la dirección más apropiada para casos particulares dentro del mapa de memoria o de puertos de entrada/salida.

En el ejemplo se indica la forma de seleccionar dentro del espacio de direcciones de puerto, tanto para el Spectrum como para el IBM-PC, con la posibilidad de dejar para el final la dirección definitiva. Se genera la señal -SEL. Esta señal deberá ser validada con las de lectura/escritura y memoria/entrada-salida, para realizar el acceso al periférico.

En los ejemplos que aparecen en los capítulos siguientes se supone que las señales de decodificación se generan como se indica en las figuras de

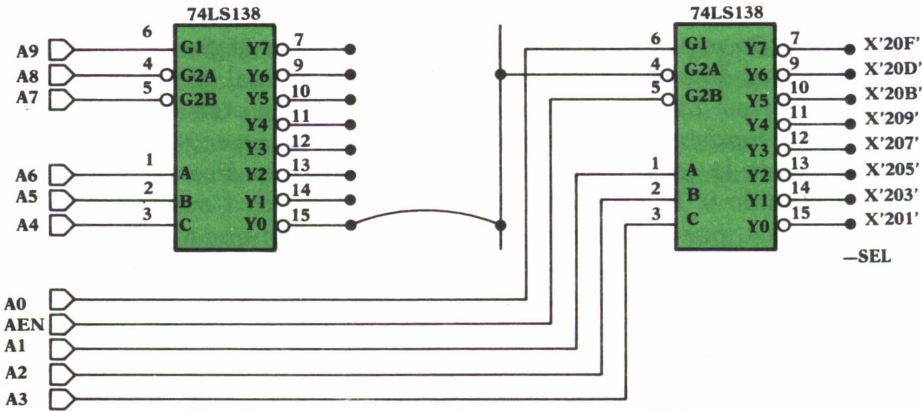


Fig. 3. Circuito de decodificación para IBM-PC.

este apartado, utilizando las direcciones del adaptador de juegos para el IBM-PC o del bit A5 para el Spectrum, por lo que no se repetirán los circuitos, indicándose simplemente con la entrada de denominación -SEL.

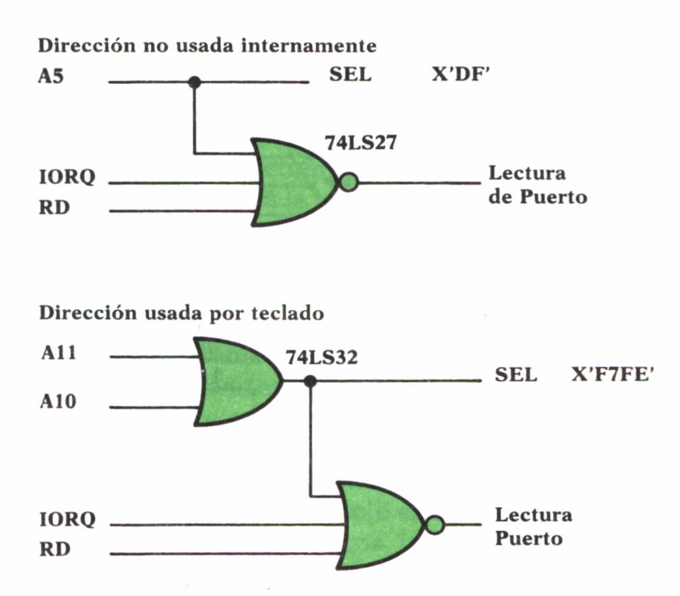


Fig. 4. Circuito de decodificación para Spectrum.

Una forma todavía más cómoda de poder seleccionar la dirección de operación de un puerto es utilizar un comparador, una de cuyas entradas es programable desde una dirección fija de puerto. Así se permite desde el programa definir la dirección exacta donde se ubica el puerto de comunicación.

La decodificación de direcciones puede hacerse de modo total o parcial. En el caso de que dispongamos de un equipo con pocos periféricos, puede ser cómodo y a la vez permite ahorrar algún circuito, dejar algún bit sin decodificar, con lo que se activará el circuito de decodificación tanto para la presencia de 1 como de 0 en la posición no decodificada. Esto hace que un mismo puerto pueda accederse mediante dos o más direcciones diferentes. Esto suele denominarse creación de «alias», pues la segunda dirección es un segundo «nombre» equivalente de la primera. Por cada bit dejado sin decodificar, duplicamos el espacio ocupado por cada puerto de entrada/salida en el mapa de direcciones.

En las máquinas de gama alta es recomendable hacer una decodificación completa, con un circuito parecido al que se muestra en la figura, sin pretender apurar al máximo el número de circuitos. En las de gama baja por el contrario es frecuente utilizar alguno de los bits altos de dirección para diferenciar cada zona de puertos, tal como se indica en la figura para

el ZX-Spectrum. En esta máquina hay una asignación de bits del bus de direcciones para determinados periféricos.



PUERTO DE SALIDA

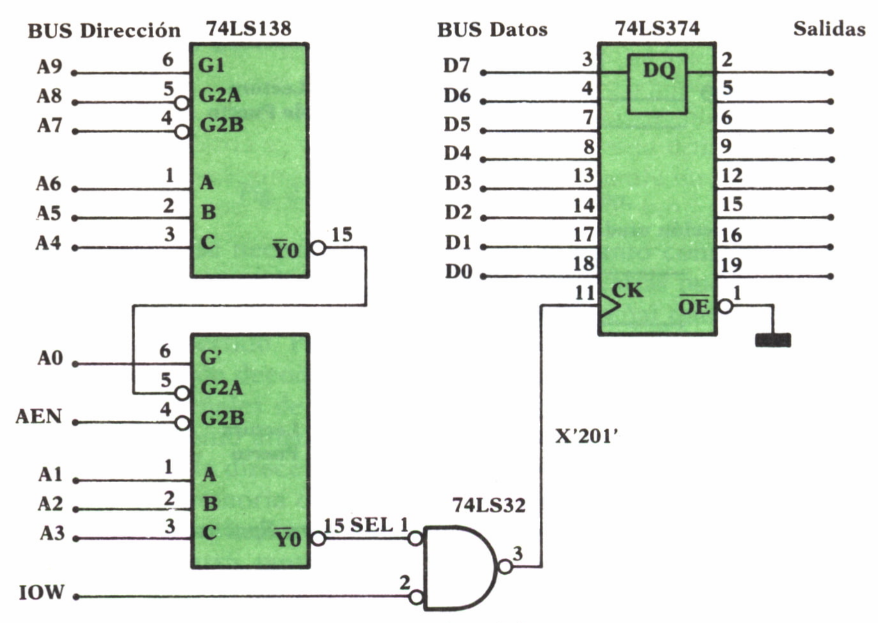


Fig. 5. Puerto de salida IBM-PC.

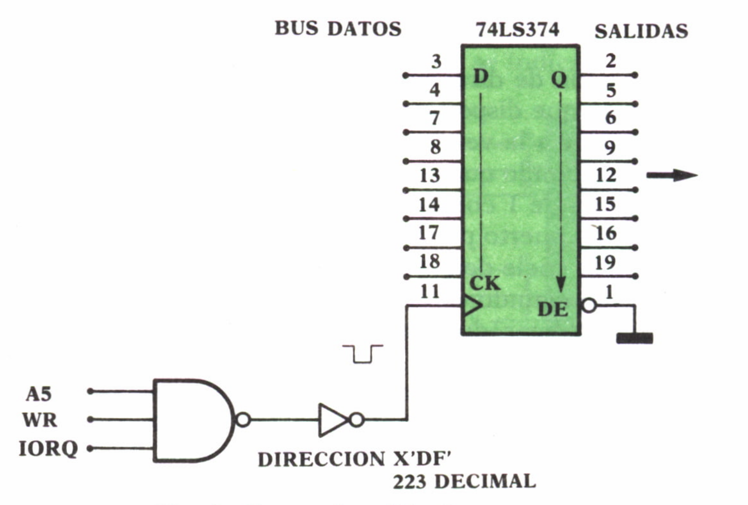


Fig. 6. Puerto de salida Spectrum.

El circuito más simple de salida hacia periférico está constituido por un registro de un solo bit, conectado a uno de los bit del bus de datos y activado mediante la decodificación de una dirección. El contenido del bit en el bus de datos se transfiere al registro al producirse la dirección seleccionada mediante el decodificador. La decodificación produce el pulso necesario para la carga del registro. Es necesario tener en cuenta los tiempos de acceso de cada uno de los circuitos involucrados, para que la carga del registro sea correcta. Con los montajes que se indican para ZX-Spectrum y para el IBM-PC estos tiempos se cumplen, por lo que utilizando los circuitos indicados se obtendrá la transferencia deseada. Generalmente interesará poder disponer de los 8 bits, por lo que se conectará un circuito con posibilidad de almacenamiento de 8 bits. El circuito almacena la información transmitida desde el programa y la mantiene hasta que sea modificada o se apague la máquina. Si se necesita transmitir una secuencia de pulsos o una señal variable con el tiempo, será responsabilidad del programa el hacer aparecer en los tiempos oportunos las configuraciones de bits apropiados. Si es necesario modificar solamente uno de los bits del registro de 8 bits, será necesario dar a los restantes la misma información que poseían para que no aparezcan transiciones inoportunas en la salida. El circuito de registro indicado cumple estos requisitos.

El circuito integrado usado podría incluir alguna función adicional como por ejemplo contador o registro de desplazamiento, con lo que podrán realizarse operaciones directamente en la circuitería del adaptador, sin intervención de la unidad central, con el consiguiente ahorro de tiempo. La mayor parte de los circuitos de interfaz de los equipos actuales en OP, se diseñan utilizando circuitos integrados con posibilidad de programación, con lo que se obtiene mayor flexibilidad y ahorro si se selecciona el módulo apropiado. El circuito empleado en el esquema debe considerarse como básico.

La temporización de las señales para cada caso es según se indica en los esquemas de la descripción del bus, con mucha aproximación.

El programa necesario para escribir en el puerto de dirección DIR así montado la información contenida en la variable de un octeto A es el siguiente:

OUT DIR,A en BASIC para ambas máquinas

En lenguaje de máquina es para el IBM-PC: (Se indican los códigos de máquina y los nemotécnicos. En la columna de la izquierda para las instrucciones de un byte y en las de la derecha para las de una palabra de 16 bits)

Si la dirección de puerto es inferior a 256

D0 xx	MOV AL,xx	D1 xxxx	MOV AX,xxxx
E6 dir	OUT dir,AL	E7 dir	OUT dir,AX

Si la dirección de puerto es superior a 256 o variable.

B0 xx	MOV AL,xx	B1 xxxx	MOV AX,xxxx
BA dir	MOV DX,dir	BB dir	MOV DX,dir
EE	OUT DX,AL	EF	OUT DX,AX

Para el SPECTRUM:

Si la dirección es una constante y siempre menor de 256:

D3 dir   OUT (dir),A

Si la dirección es variable contenida en el registro C y el dato puede salir de un registro cualquiera, por ejemplo B:

ED 41   OUT (C),B

Hay otras instrucciones para transferencias de bloque que permiten gran flexibilidad en el diseño. (OUTI, OUTD, OTDR, OTIR)

El Spectrum, sin embargo, utiliza los bits altos de direccionamiento a través de la ULA, para direccionar algunas líneas internas de la máquina, como por ejemplo la exploración del teclado se realiza sacando la dirección X'FE' en los bits bajos y de X'FE' a X'7F' los bits altos para cada una de las semifilas del teclado, con un bit a 0 para cada semifila. Estas direcciones de 16 bits utilizables desde BASIC son descompuestas por el programa de control realizando dos operaciones de entrada-salida de máquina, pero no son en realidad puertos con direccionamiento a 16 bits.

Con transferencias a través de puerto la velocidad máxima de octetos está limitada por el número de ciclos necesarios par llevar la cuenta y sacar y meter los datos. Es del orden de 10.000 octetos por segundo el máximo posible con esta técnica. Si se necesita velocidad superior será necesario emplear DMA.



PUERTO DE ENTRADA

El circuito más simple consiste en una puerta o un amplificador de bus, con tres estados, que se activen y den la señal en su salida al producirse el pulso de decodificación. Esta señal permite a la CPU leer el contenido del bus de datos en el momento en que el amplificador de entrada está activando el hilo correspondiente del bus.

En los esquemas se indican los circuitos necesarios para ZX-Spectrum y para IBM-PC.

El programa para leer el puerto así montado es el siguiente:

A=INP(X) en BASIC para IBM-PC y A=IN X para Spectrum.

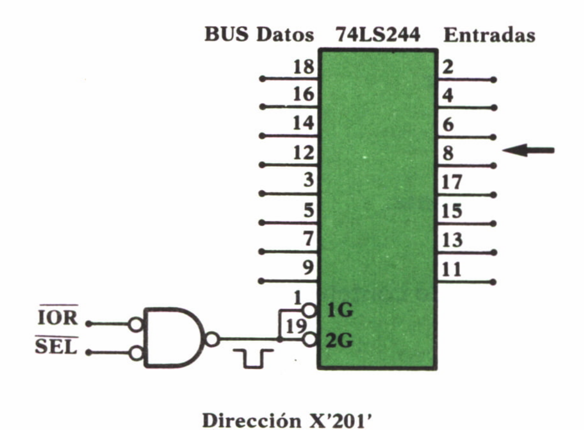


Fig. 7. Puerto de entrada IBM-PC.

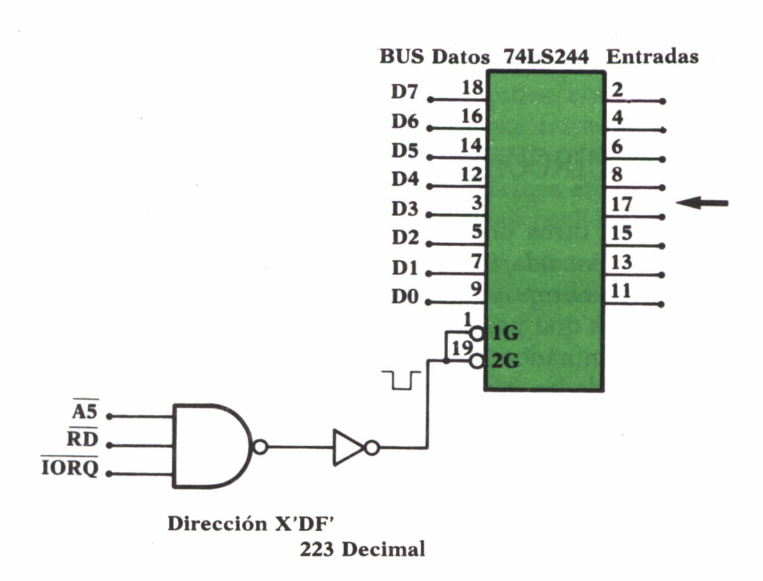


Fig. 8. Puerto entrada Spectrum.

En lenguaje de máquina para el IBM-PC :

Si la dirección es inferior a 256:

E4 dir	IN AL,dir	E5 dir	IN AX,dir

Si la dirección es mayor de 256 o variable:

B0 dir	MOV DX,dir	B0 dir	MOV DX,dir
EC	IN AL,DX	ED	IN AX,DX

Para el Spectrum:

Si la dirección es constante:

DB dir IN A,(dir)

Si la dirección es variable contenida en C y el resultado en un registro por ejemplo el B:

ED 40 IN B,(C)

Hay otras instrucciones para transferencia de bloques (IND, INIR, INDR, INI).

Muchos de los circuitos integrados que realizan funciones específicas poseen como circuito de salida amplificadores de tres estados, lo que les hace muy fáciles de conectar directamente al bus, controlando la señal de salida activa (OE) con la salida del decodificador de direcciones (-SEL) validada con IOR para el IBM-PC o con IOR y RD para el Spectrum.



OTROS CIRCUITOS DE INTERFAZ

Existen muchos otros dispositivos utilizables para realizar las funciones descritas para Entrada/Salida. Generalmente están diseñados para reducir el número de componentes a utilizar en el sistema, incluyendo además otras funciones que permitan optimizar el proceso de transferencia. Los circuitos denominados PIA (MCM6821), VIA (R6521), Z80-PIO, 8255 ofrecen las posibilidades descritas junto a su programabilidad y la definición del modo de cumplimentación de la transferencia. Todos los circuitos que se describen podrían ser realizados utilizando cualquiera de estos dispositivos, con cambios mínimos en la circuitería y en la programación.

SENSORES 3



E incluyen en este capítulo los dispositivos que permiten convertir una magnitud física en una señal eléctrica. En la nomenclatura usual se habla indistintamente de sensores y transductores, aunque a veces se incluyen los primeros como una parte de los segundos. Actualmente la mayoría de las magnitudes físicas pueden convertirse directa o indirectamente en magnitudes eléctricas corriente o tensión, que convenientemente tratadas pueden hacerse accesibles al ordenador. Trataremos solamente de las que están relacionadas directamente con los periféricos en los que tenemos interés. Se describe el montaje adecuado para los periféricos que se utilizarán en los capítulos siguientes.

Los problemas generales a tener en cuenta en el empleo de los sensores son:

- Sensibilidad, necesidad de amplificación.
- Necesidad de aislamiento de la red eléctrica.
- Sensibilidad al ruido externo, de modo común o de acoplamientos.
- Falta de linealidad
- Envejecimiento o pérdida de sensibilidad con el tiempo.
- Necesidad de calibración periódica.
- Repetibilidad de las medidas.
- Variaciones de sensibilidad con la temperatura.

Cada sensor necesita de un circuito particular para que de la señal en forma óptima. El circuito incluirá: amplificador, filtro, transmisor, alimentación, etc., según las necesidades.



SENSORES DE LUZ

Los componentes sensibles a la luz y de fácil adquisición en el mercado son:

• Resistencias variables con la luz (LDR = Light Dependent Resistor).
• Fotodiodos, los fotones que inciden en ellos, generan pares electrón-hueco que origina un corriente proporcional a la luz incidente.
• Diodos PIN.
• Fototransistores.
• Fotomultiplicadores, mediante superficies con sales se fósforo a alta tensión, generan corrientes a partir de luz con un elevado factor de ganancia.
• CCDs (Charge Coupled Devices = Circuitos Acoplados por Carga, poseen un fotodiodo que carga un condensador) (Puntuales, lineales, matriciales o circulares).
• Células fotovoltaicas.

En la tabla se muestran algunas características importantes de algunos de ellos así como las aplicaciones más usuales.

Tipo	*Código*	*Espectro*	*Respuesta*	*Sensibilidad*	*Aplicación*
Fotodiodo	*BPW21*	*Visible*	*Rápida*	*Media*	*Fotoacoplo*
Fotodiodo PIN	*5082-4207*	*V e Inf*	*Muy rápida*	*Baja*	*Lápiz, fibras*
CCD	*TC201*	*Visible*	*Rápida*	*Baja*	*Imágenes*
Fotovoltaica	*BPX79*	*Visible*	*Rápida*	*Media*	*Generadores*
LDR	*ORP12*	*Visible*	*Lenta*	*Media*	*Fotometría*
Fototransis	*FPT120*	*Infrarojo*	*Lenta*	*Alta*	*Barrera óptica*

Tabla 1. Sensores de luz

El circuito mediante el cual se convierte la señal luminosa en señal eléctrica es muy similar en todos ellos, dependiendo los valores de las resistencias y tensiones del rango de luz que sea necesario medir.

La utilización de la señal depende fundamentalmente de la aplicación pues en algunos casos es suficiente con determinar si la luz está dentro de un valor especificado, mientras en otros será necesario el empleo de algún tipo de conversor para conocer la magnitud dentro de márgenes precisos. Es conveniente experimentar con la solución que se adopte, variando la resistencia de carga para encontrar el punto de trabajo conveniente. También es recomendable que el punto de trabajo se encuentre aproximadamente en el valor medio de la tensión de alimentación si se desea respuesta lineal. Los circuitos indicados no son lineales, presentando su máxima sensibilidad si el punto de trabajo es el indicado. La calibración será

necesario hacerla por comparación con algún fotómetro calibrado, pues la dispersión entre los componentes no permite garantizar unos valores seguros a priori.

Para el funcionamiento correcto de muchos de los sensores ópticos deberá disponerse de algún filtro de vidrio para eliminar la influencia de los rayos infrarrojos a los que son muy sensibles la mayoría de los fotodiodos y fototransistores.

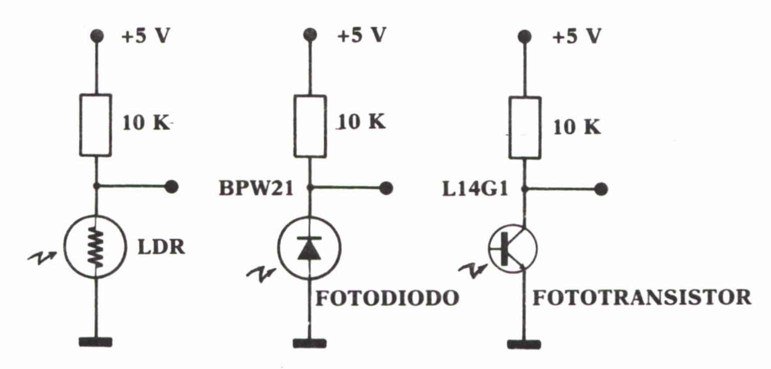


Fig. 9. Sensores de luz.

Los parámetros a tener en cuenta para la selección del dispositivo adecuado son: Sensibilidad, respuesta espectral, ángulo de visión, variación con la temperatura, límites de tensión.



SENSORES DE TEMPERATURA

Existe una amplia gama de componentes sensibles a la temperatura y que son fácilmente adaptables para dar señal utilizable por el ordenador:

• *De cuarzo*

Un cristal de cuarzo oscila a una frecuencia que es función de la temperatura, dentro de un margen determinado.

• *Termopares*

Son muy usados por su robustez y amplio margen de temperaturas en que pueden emplearse. Basan su funcionamiento en el efecto Seebeck, que se produce en toda unión entre dos metales diferentes. La tensión producida depende de la temperatura de forma bastante lineal, con un coeficiente dependiente del par de metales. La tensión generada es proporcional a la diferencia de temperaturas con relación a una referencia, que debe man-

tenerse fija. Los circuitos que se muestran para termopares tienen en cuenta este ajuste.

Parejas de metales típicos para la construcción de termopares son:

Tipo – Componentes – Margen de temperaturas

— J.—FE/CuNi, –185 a + 1200 °C
— K.—NiCr/NiAl, –185 a + 1372 °C
— T.—Cu/CuNi, –200 a + 400 °C
— E.—NiCr/CuNi, –200 a + 1000 °C
— R.—Pt13Rh/Pt, –10 a + 1768 °C
— S.—Pt10Rh/Pt, –10 a 1768 °C
— B.—Pt30Rh/Pt6Rh, + 600 a + 1820 °C
— C.—W5Re/W26Re, 0 a + 2310 °C

• *Termistores (resistencias de coeficiente negativo NTC - o positivo - PTC -)*

Son muy utilizados como elementos de ajuste de circuitos para compensar los efectos de la temperatura. Pueden utilizarse para medirla siempre que se calibren apropiadamente, pues poseen una característica fuertemente no lineal que obedece a la fórmula aproximada:

$$R = R0 \cdot e^{(B(1/T-1/T0))}$$

siendo B el coeficiente específico para el material y T y T0 las temperaturas absolutas. Para bajo rango se expresa mejor la relación como

$$R = e^{(A+B/T+C/T2)}$$

siendo A, B y C coeficientes propios del material. Para el trabajo normal se suele linealizar la sensibilidad mediante montajes de varias resistencias NTC y lineales para compensar los efectos.

• *Sensores integrados con salida lineal*

Se emplean cada vez más en márgenes de temperatura baja. Inicialmente fueron diseñados para utilizarlos como elementos de compensación para la temperatura de referencia de los termómetros de termopar. El circuito utiliza la unión de semiconductores para producir una corriente linealmente proporcional a la temperatura absoluta. En otro de los modos de uso con el mismo circuito puede conseguirse corriente constante proporcional a una resistencia colocada entre dos de sus terminales. El circuito dispone internamente de dos transistores que trabajan con densidades de corriente proporcionales, por lo que la diferencia de tensión emisor-base será proporcional a la temperatura, siendo la constante de proporcionalidad dependiente de la corriente de trabajo. Los valores típicos se encuentran entre 1 y 10 mV / °C.

• *Resistivos*

El efecto de variación de resistencia proporcional a la temperatura, que para la mayoría de los diseños es un problema, puede usarse para realizar sensores. Se utilizan resistencias robustas con metales con coeficiente positivo. La resistencia sigue una ley lineal en un amplio margen de temperaturas, estando el límite relacionado con el punto de fusión del metal empleado. El platino (Pt) es el metal más usado cuando se desea un rango hasta los 850 °C. Para límites menores pueden emplearse metales más baratos como el tungsteno (W). El circuito mediante el cual se realiza la medida suele ser típicamente en puente de Wheastone, para poder utilizar la baja sensibilidad de las resistencias que se vea influenciada por el cableado del sensor.

• *Pirómetros de radiación*

Utilizan el principio físico de que todo cuerpo caliente emite una energía proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta, con coeficiente propio de la substancia de que se trate. La radiación emitida presenta un espectro definido por la ley de Planck y para el cuerpo negro sigue una curva bien definida. Si se conoce la emisividad del cuerpo emisor puede estimarse con cierto margen de error la temperatura en la superficie. La detección de la radiación puede hacerse por recepción sobre un cuerpo negro, cuya temperatura se mide por cualquiera de los métodos de contacto (termopar o termistor) o bien por métodos ópticos utilizando fototransistores o fotomultiplicadores. Hay en la actualidad pirómetros que mediante esta técnica, permiten la estimación de la temperatura superficial de equipos, presentando los resultados como una imagen en falso color sobre la pantalla de un ordenador y que utilizan una cámara sensible al infrarrojo y adaptada para un margen determinado de temperaturas. El fin primordial es detectar los 'puntos calientes', cuya temperatura exacta puede luego medirse por otros métodos de contacto.

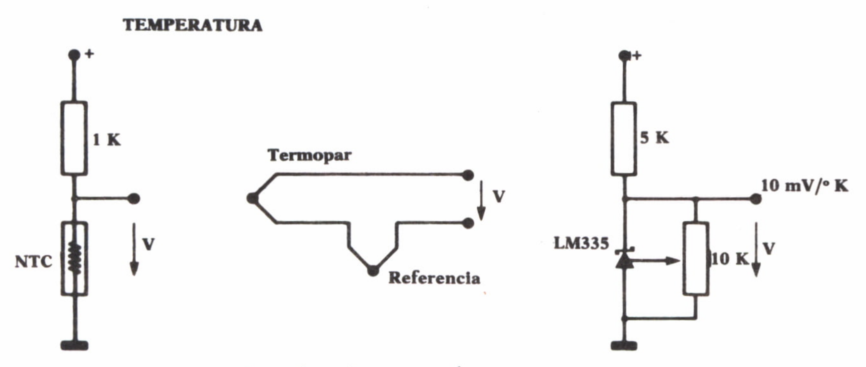


Fig. 10. Sensores de temperatura.

Se muestran en la figura los circuitos usuales para obtener una señal analógica utilizable en las interfaces para las temperaturas que se indican. Para la utilización de los sensores en líquidos es necesario recubrirlos con una capa de protección en plástico o introducirlos en un tubo junto con los cables.

En la tabla se indican las características fundamentales de algunos de ellos con las aplicaciones usuales.

Tipo	*Código*	*Margen*	*Sensibilidad*	*Aplicación*
Termopar	*T-Cu/CuNi*	*-200/400 °C*	*Baja*	*Industria*
NTC	*RL1004-65*	*-100/400 °C*	*Media/alta*	*Compensación, medida*
Integrado	*LM335*	*-200/200 °C*	*Alta*	*Instrumentación*
Resistencia	*Pt 100*	*-260/960 °C*	*Baja/media*	*Industria*

Tabla 2. Sensores de temperatura

La medida de temperatura puede verse afectada por muchos factores que es necesario tener en cuenta: Inercia térmica del sensor, coeficiente de conductividad calorífica del punto de medida, movimiento del fluido que rodea al sensor en el punto de medida, temperatura de referencia en termopares.

Para las aplicaciones tratadas solamente utilizaremos los sensores que dan señal facilmente manipulable con medios asequibles para el usuario final. Los sensores de precisión o para trabajo en los márgenes extremos se suministran habitualmente con el equipo transmisor incorporado por lo que podríamos incluirlos en la conexión de señales directamente eléctricas.



SENSORES DE POSICION

La medida de posición representa un problema de tipo general que puede resolverse de manera directa por conversión de un desplazamiento mecánico en tensión, o bien a través de otra magnitud asociada como, por ejemplo, la resistencia de un potenciómetro deslizante. Para los ejemplos de periféricos que estamos interesados en construir contemplamos solamente los siguiente procedimientos de captación de la posición:

• Resistencia variable. Al moverse el dispositivo, varia el contacto del cursor sobre la resistencia. Pueden ser lineales o circulares.

• Opticos, mediante codificadores realizados con máscaras lineales o angulares. Permiten obtener grandes resoluciones en codificación angular mediante máscaras con código Gray.

• Captación de rayo luminoso sobre tubo de rayos catódicos (CRT) por un elemento óptico explorador. Es el método empleado en lápices ópticos.
• Cambio de fase en ondas electromagnéticas generadas sobre una superficie y captadas mediante una bobina
• Efecto Hall, por variaciones del campo magnético producido por un imán asociado al dispositivo
• Transformador diferencial, mediante núcleo magnético que desplaza dentro de un par de bobinas
• Reluctancia variable, por variación del entrehierro de una bobina
• Piezoeléctrico, mediante transformación del desplazamiento en fuerza sobre un cristal que genera tensión
• Galgas extensiométricas, por deformación de las dimensiones de la galga, que hace variar su resistencia
• Capacitivo, por variación de la capacidad de un condensador de aire que se medirá como variación de la frecuencia de un oscilador

El sensor usado depende del desplazamiento máximo, de las condiciones ambientales del punto de medida, de la resolución necesaria, de la complejidad del circuito de medida y de los demás factores asociados al proceso. En la figura 8.11 se muestran los esquemas de principio de estos sensores.

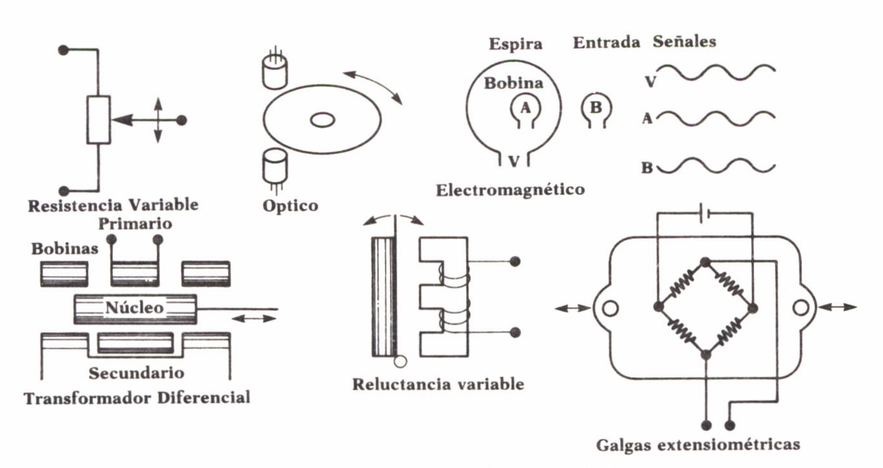


Fig. 11. Sensores de posición.



SENSORES DE PRESION

Utilizan algún sensor de posición y una membrana que se mueve por efecto de la presión a medir. Hay de presión absoluta y diferencial. Se dispone de circuitos integrados que dan salida lineal eléctrica directamente

como por ejemplo los KPY10 y KPY12 de Siemens o SP10 y SP11 de Texas Instruments.



SENSORES ELECTROQUIMICOS

Utilizan la producción de señal eléctrica de tipo pila electroquímica a partir del fenómeno a medir. Requieren condiciones muy particulares para trabajar normalmente, pues el funcionamiento se basa en el mantenimiento de equilibrio químico a través de membranas semipermeables. Necesitan calibración periódica y contraste con soluciones patrón.

Existen electrodos sensores para pH, Sodio, Potasio, Bromo, Cloro, Fluor, Iodo, Calcio, Cobre, Mercurio y otros iones complejos como Cianuro y Amonio. En general el electrodo de referencia usado es de cloruro potásico. La corriente generada es muy pequeña por lo que se suelen adquirir con amplificador y transmisor que da salida normalizada 4-20 mA para el margen de medida para el que están diseñados. La interfaz al OP se realiza normalmente por conversión en tensión y medida como magnitud eléctrica analógica.



SENSORES DE HUMEDAD

Se basan en la variación de resistencia de una columna de sales o en la diferencia de temperatura entre termómetro seco y húmedo. La interfaz necesaria es como para la lectura de resistencias o mediante adaptador de señal analógica.



SENSORES DE CONDUCTIVIDAD

Se basan en la variación de resistencia de una longitud fija de líquido. Se suelen realizar en corriente alterna para evitar polarización de los electrodos. El empleo principal es para determinación de la pureza del agua, pues la conductividad aumenta con la presencia de iones disueltos.



SENSORES MAGNETICOS

Utilizan efecto magnetorresistivo, efecto Hall o sonda móvil para la medida de campo magnético o de variables directamente ligadas al campo.

Se utilizan en instrumentación y en control de corrientes fuertes. Los circuitos de interfaz son iguales que para la medida de resistencia variable.



OTROS SENSORES

La medida de nivel de líquidos, velocidad, aceleración, caudal, etc. de gran interés industrial se citan solamente aquí por considerar que pueden incluirse entre los equipos que dan señal eléctrica, ya que todos ellos requieren una interfaz eléctrica que los haga utilizables mediante ordenador.

PERIFERICOS SIMPLES 4



SE describen periféricos que utilizan un solo sensor y que pueden usarse para comunicación de variables sencillas. Los periféricos reales se componen de varios periféricos simples, asociados para adaptarse a una aplicación determinada.



ENTRADA

Se mencionan algunos dispositivos que pueden usarse para comunicar variables de entrada al OP.



Entrada aislada mediante fotoacoplador

Los circuitos con acoplamiento óptico permiten realizar conexiones aisladas eléctricamente, con lo que se consigue independencia entre los

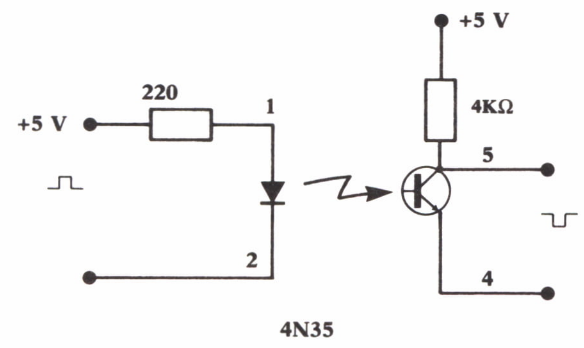


Fig. 12. Entrada aislada mediante fotocacoplador.

circuitos exteriores del ordenador. Es necesario considerar dos parámetros: Tiempo de respuesta, ganancia. Generalmente son parámetros contrapuestos, pues para aumentar la ganancia es necesario sacrificar la velocidad. En la figura se muestra un circuito para acoplamiento óptico.



Entrada aislada mediante relé de láminas

Los relés de láminas (reed relay) pueden actuarse con una bobina o mediante un imán que pase en su proximidad. Pueden emplearse en detectores de paso o final de carrera de un mecanismo de desplazamiento.

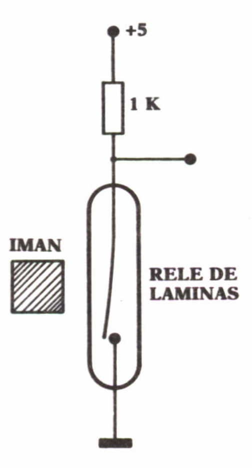


Fig. 13. Relé de láminas e imán.



Resistencia variable

Es de aplicación muy general y variada. Es un circuito que puede emplearse para la transmisión de una magnitud variable siempre que pueda convertirse en resistencia. Consiste en montar un circuito monoestable que pueda ser activado desde el ordenador y que se presente como una resistencia variable accionada por el fenómeno a medir. El ordenador ha de poder medir el tiempo del oscilador monoestable desde que se activa hasta que vuelve otra vez a cero.

Con este sencillo procedimiento, para el que puede utilizarse el circuito de la figura, pueden medirse resistencias con una precisión que depende de la frecuencia utilizada.

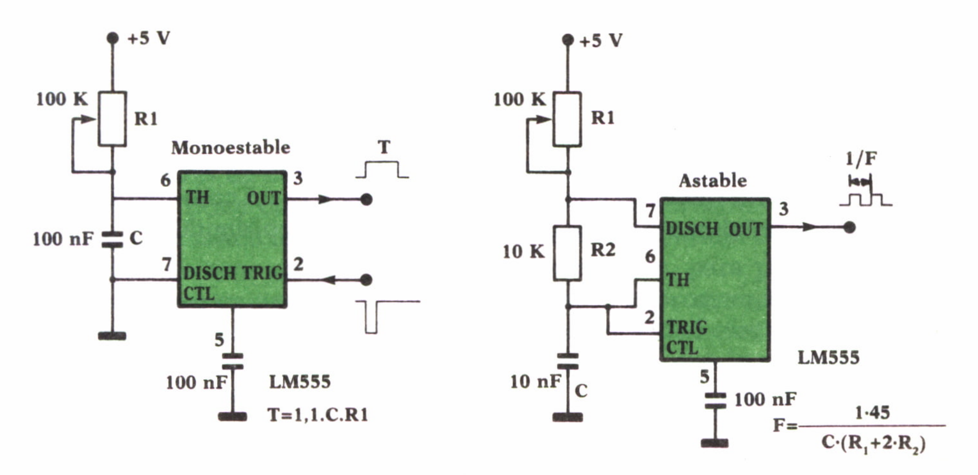


Fig. 14. Lectura de resistencia variable.

El circuito mostrado es el empleado en el Adaptador de Juegos del IBM-PC. Este adaptador presenta además la posibilidad de incluir circuitos adicionales en la zona perforada.

La medida de la resistencia puede hacerse también por método potenciométrico, alimentando los extremos con una tensión de referencia en continua y midiendo el valor de la tensión en el punto intermedio. Se hace necesario en este caso el empleo de un conversor analógico-digital.



Amplificador de señal de bajo nivel

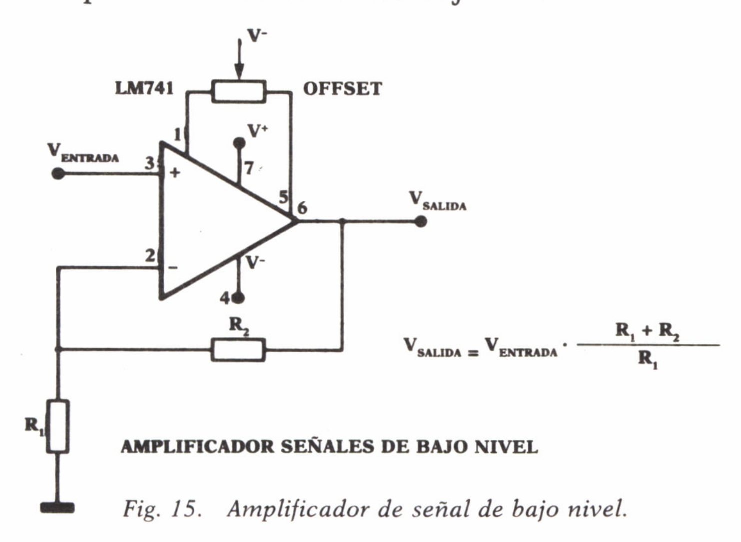


Fig. 15. Amplificador de señal de bajo nivel.

Para hacerla compatible con los circuitos digitales del resto de la interfaz. Pueden incluir filtro y circuito con histéresis, para evitar las oscilaciones en valores de entrada con ruido, si la señal debe indicar si el valor supera un límite determinado. Los amplificadores de adaptación de señales señales analógicas son un campo muy amplio a tener en cuenta en el desarrollo de interfaces, el ejemplo que se muestra es un caso sencillo para adaptar una señal analógica a un conversor analógico/digital.



SALIDA

Se describen los dispositivos elementales empleados como salida desde el ordenador, para informar al usuario o actuar sobre los elementos de control.



Relés

Pueden activarse con los circuitos como el de la figura. Deberá tenerse la precaución de incluir siempre un diodo en paralelo con la bobina, tal como se indica, pues de no hacerlo podría destruirse el circuito, al aparecer pulsos muy grandes cuando la corriente conmuta rápidamente. Con circuitos integrados como los mostrados el diseño resulta simplificado al máximo. Se emplean para alimentar cargas grandes como lámparas de iluminación, resistencias de calentamiento, etc. directamente o a través de otro elemento que actúa de interruptor.

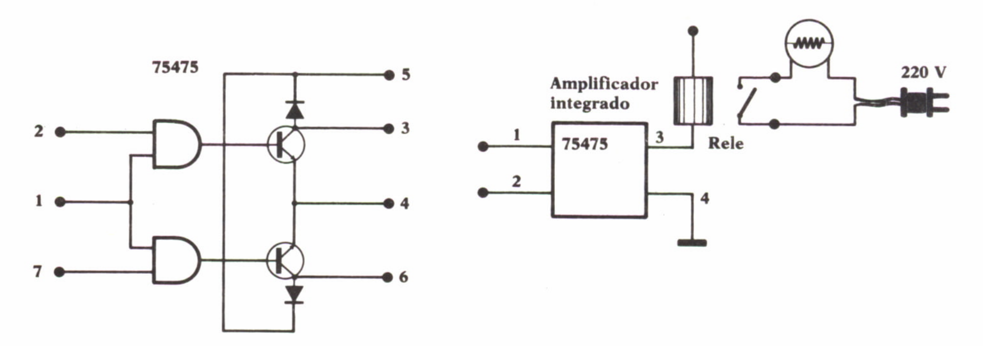


Fig. 16. Circuitos de activación de relés.

Motores de contínua

Los motores de corriente contínua se activan con circuitos como el de la figura. Se pone en marcha la aplicación de la corriente con un bit de un puerto de salida mientras con otro se indica el sentido. Los transistores se utilizan en esta aplicación como conmutadores, para permitir que la corriente fluya en uno u otro sentido. Mediante la programación del tiempo de conducción útil, podría controlarse la velocidad efectiva de giro del motor, sin necesidad de realimentación y siempre que la carga sea prácticamente constante.

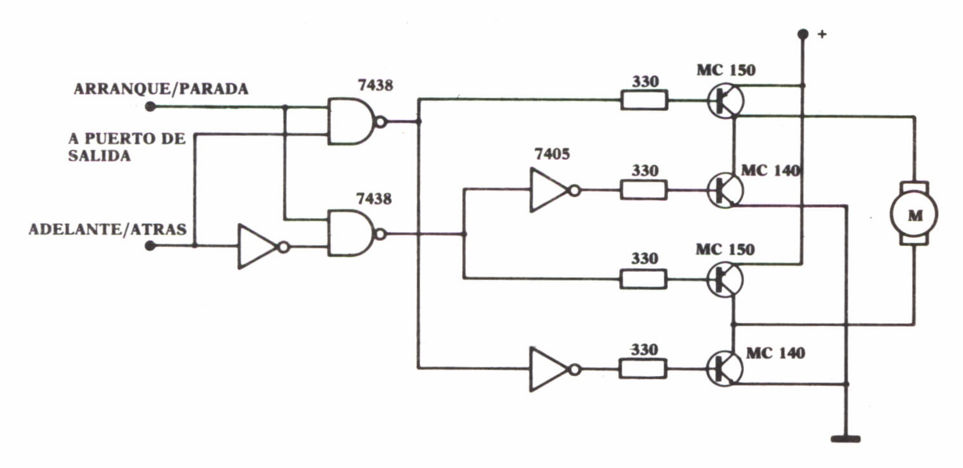


Fig. 17. Circuito para motor de continua.



Motores paso-paso

Son de gran importancia en los periféricos de los OPs. Permiten realizar control de posición sin necesidad de realimentación, siempre que se observen las limitaciones de par, pues estos motores sólo pueden vencer pares relativamente bajos. Se muestra aquí un circuito para su control.

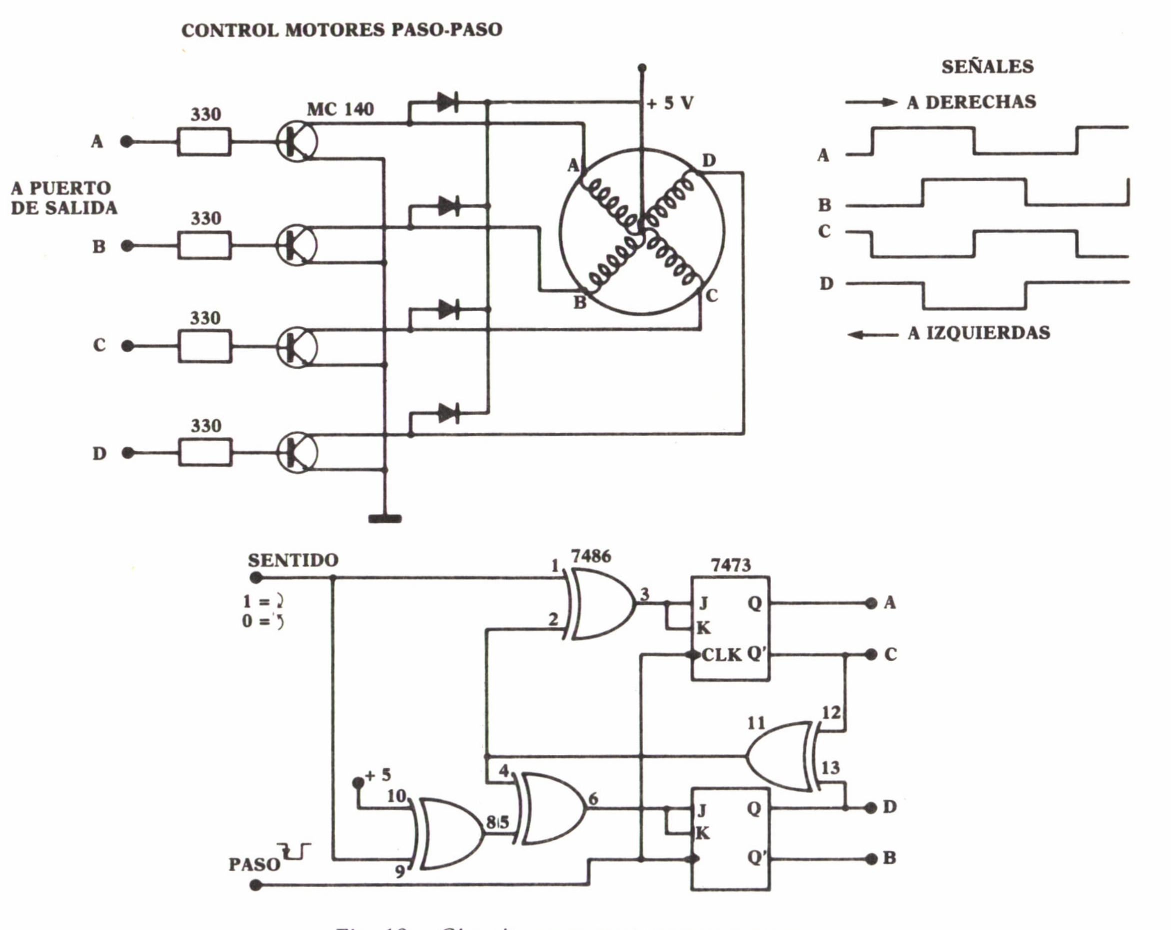


Fig. 18. Circuito para motor paso a paso.



Control de servomotores

Los servomotores utilizados en modelos dirigidos son fáciles de controlar desde el ordenador personal. Generalmente realizan una conversión de frecuencia a posición o de tiempo útil de una frecuencia fija a posición. Mediante un circuito como el de la figura puede realizarse el control de posición mediante el ajuste de la tensión de alimentación de un oscilador. Se verá la explicación completa del circuito en el capítulo de interfaces analógicas. También mediante un circuito temporizador puede generarse por programa la señal necesaria para controlar la posición directamente.

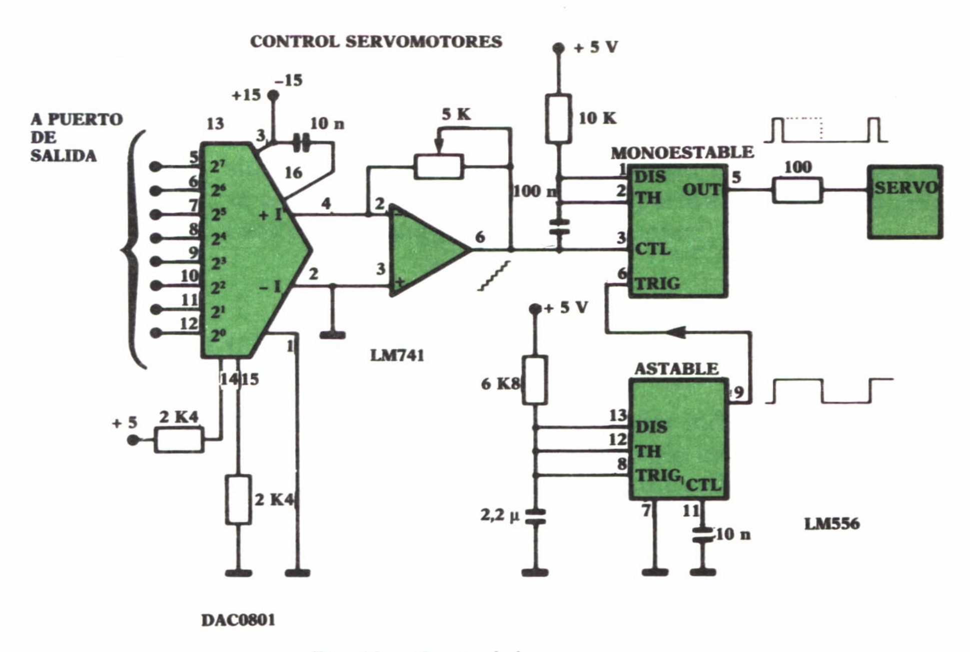
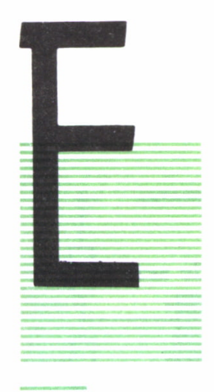


Fig. 19. Control de servomotor.

5 PERIFERICOS REALES



EN los diferentes apartados de este capítulo se describen con detalle los periféricos que estamos interesados en usar. Se dan las indicaciones precisas para su comprensión y para el montaje de un prototipo. Los programas que se adjuntan en algunos de ellos permiten diseñar la aplicación real para cada caso particular.

TABLETA DIGITALIZADORA

Es necesario muchas veces el poder indicar con precisión al ordenador posiciones absolutas como por ejemplo en el caso de planos y dibujos. Para estos casos conviene utilizar una mesa digitalizadora.

Vamos a describir dos tipos de fundamentos físicos que permiten convertir una posición en una magnitud utilizable para el ordenador y los correspondiente ejemplos prácticos.



Método resistivo

La primera consiste en un par de resistencias variables, como las utilizadas en las palancas de mando. Montadas como se indica en la figura permiten convertir un ángulo en un valor de resistencia que con la técnica vista en el capítulo 3 puede convertirse a un valor de tiempo y por tanto a un valor utilizable por el ordenador.

El esquema de circuito es como se indica en la figura 20:

Resistencia variable - Circuito Astable - Lectura
Circuito de activación

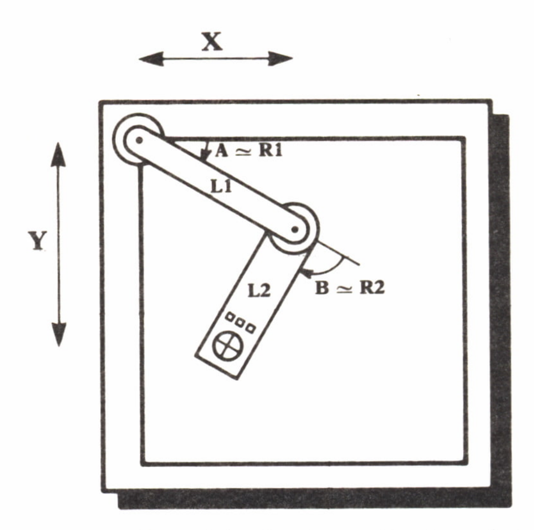


Fig. 20. Tableta digitalizadora: Método resistivo.

El programa necesario para la lectura de posición puede ser:

```
10 ' TABLARES
20 ' DIGITALIZADOR MEDIANTE RESISTENCIAS
30 ' PARA ADAPTADOR DE JUEGOS IBM-PC
40 ' SE ACTIVA LA LECTURA POR PULSADOR 0
50 PI=3.14159
60 K1=PI/256:' RELACION RADIANES/VALOR
70 K2=127:' DESPLAZAMIENTO INICIAL
80 K3=PI/256:' RELACION RADIANES/VALOR
90 K4=127:' DESPLAZAMIENTO INICIAL
100 L1=200: L2=200:' BRAZOS EN MILIMETROS
110 KEY OFF: CLS
120 ON STRIG(0) GOSUB 190
130 STRIG(0) ON
140 'SCREEN 2: CLS
150 PRINT "LECTURA DE COORDENADAS"
160 FOR I=1 TO 10000
165 ' PROGRAMA DE APLICACION, EN BUCLE
170 NEXT I
180 END
190 ' LECTURA DE LAS RESISTENCIAS
200 ALFA=STICK(0): BETA=STICK(1)
210 A=K1*(ALFA-K2):' ANGULO EN RADIANES
220 B=K3*(BETA-K4)
230 X=L1*COS(A)+L2*COS(A+B)
240 Y=L1*SIN(A)+L2*SIN(A+B)
```

```
250 PSET (X,Y),1: ' MARCA EL PUNTO
260 LOCATE 25,1:' LISTA COORDENADAS, EN TEST
270 PRINT "I=",I,"    X=";X;"    Y=";Y;
280 RETURN
```

Programa TABLARES en BASIC para el IBM-PC

El circuito necesario es el indicado en la figura:

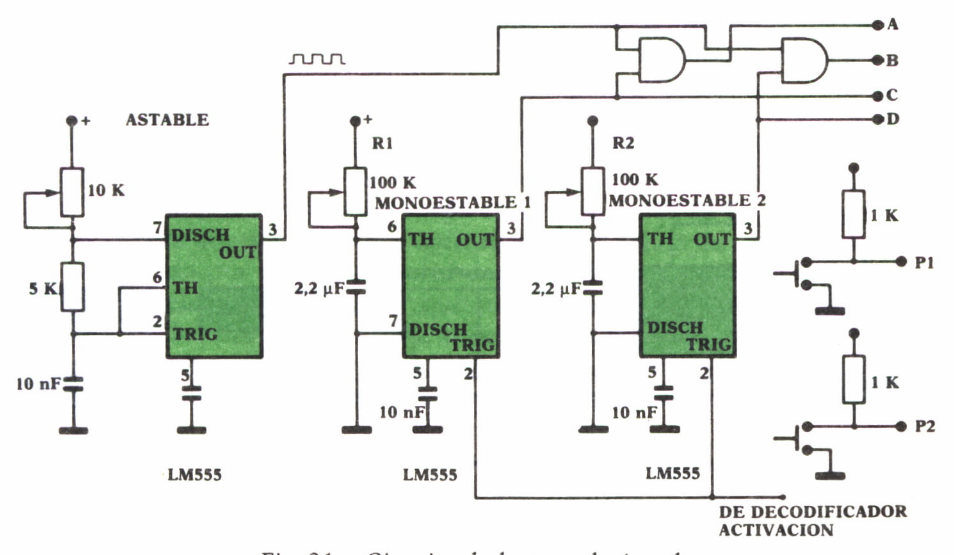


Fig. 21. Circuito de lectura de ángulo.

Las coordenadas del punto a partir de los valores medidos requieren simplemente una conversión:

X = L1 COS(A) + L2 COS(A+B)
Y = L1 SIN(A) + L2 SIN(A+B)

La resolución depende de los valores concretos de L1 y L2. Igualmente es necesario colocar el origen de las resistencias variables de forma que cubran el área necesaria. Con los valores que se indican es posible conseguir la resolución en cada una de las áreas del orden de 4 mm.

Existe la posibilidad de adaptar este sencillo esquema a mayor precisión, utilizando resistencias variables de mucha calidad que garanticen la linealidad, una frecuencia mayor de conteo o un contador de lectura ex-

terno. Cualquiera de estas variantes puede realizarse sin gran incremento de coste, permitiendo alcanzar resoluciones del orden del milímetro.

Conviene dotar al extremo de la pieza de lectura de una cruz marcada sobre una lámina de plástico transparente y de un pulsador para indicar el punto de lectura.

Lista de componentes:

- Dos Potenciómetros de 100K
- Tarjeta adaptadora de juegos o circuitos integrados
- Conector
- Cables
- Tabla de soporte
- Tiras de plástico para los brazos.
- Soporte de los pulsadores y la cruceta



Método electromagnético

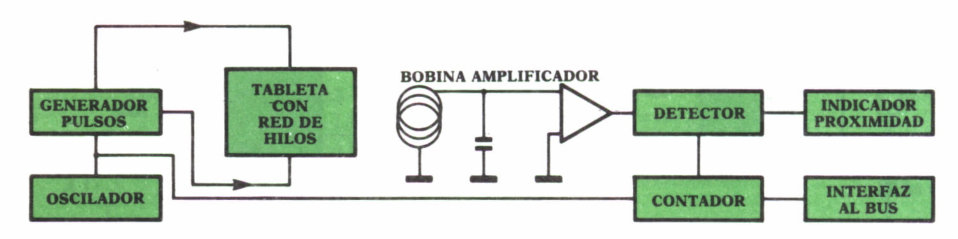


Fig. 22. Esquema de bloques. Tableta electromagnética.

Un método más sofisticado y que permite obtener mayor precisión y resolución puede diseñarse utilizando el método simple mencionado en el capítulo de sensores de posición.

El esquema de bloques indica los elemento principales:

- Oscilador. Determina la frecuencia básica de generación de los pulsos. Debe hacerse de frecuencia ajustable, para poder adaptarse a las características del circuito de entrada de señal.
- Contador. Determina la cuenta que define la posición del cursor.
- Generador de pulsos. Produce secuencialmente los pulsos necesarios en cada hilo de la rejilla.
- Bobina. Capta la señal producida por los hilos. 50 espiras sobre un aro circular de 5 centímetros de diámetro. Forma circuito casi resonante con el condensador de entrada al amplificador.
- Amplificador. Produce una señal amplificada de la captada por la bobina.

• Detector síncrono. Muestrea la señal en sincronismo con el generador de pulsos para captar la envolvente de la señal de entrada. La etapa de filtro rechaza las frecuencias superiores. El comparador determina el paso por cero de la señal.

• Indicador de proximidad. Determina si el nivel de la señal de entrada es suficiente para efectuar la medida.

• Interfaz con el ordenador. Presenta el estado y el valor del contador al final de la detección.

Es necesario instalar sobre la mesa digitalizadora o mejor todavía entre dos láminas de plástico transparente una rejilla de hilos uniformemente espaciados. Cada uno de los hilos se conecta por un lado al circuito de señal y por otro al multiplexor, como se indica en la figura. El ejemplo mostrado permite la construcción de una mesa digitalizadora de 8 x 8 hilos. Los hilos deben estar uniformemente espaciados, aunque la distancia exacta no es importante para la resolución deseada.

El procedimiento consiste en generar un tren de pulsos que se aplican sucesivamente a cada uno de los hilos de la rejilla, primero en una dirección, por ejemplo horizontal y luego en la otra, vertical. La generación de pulsos se hace simplemente por aplicación de la salida de un nivel de 5 voltios producido por un conmutador de transistor, mientras se activa la salida de un selector/multiplexor que pasa al estado de conducción. La intensidad en los hilos de la rejilla se limita mediante las resistencias indicadas. Los pulsos aplicados a los hilos generan un campo electromagnético que puede ser captado mediante una bobina colocada en su proximi-

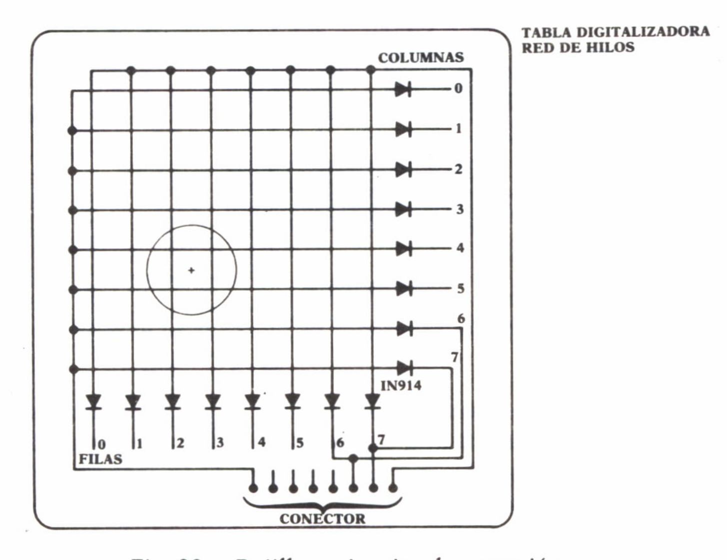


Fig. 23. Rejilla y circuito de conexión.

dad. El funcionamiento global es similar al de un transformador de núcleo de aire en el cual el primario es de una sola espira y el secundario es la bobina que se utiliza como cursor. El procedimiento básico puede cambiarse por el complementario, en el que es la bobina la que emite el pulso y son los hilos de la rejilla los que captan la radiación.

Para el procedimiento en el que son los hilos los que emiten y la bobina la que capta la radiación puede verse como hay una magnitud fácilmente medible que varía con la posición. Ciñámonos a la exploración horizontal y para el caso de que la bobina se encuentre en la posición que indica la figura. Al efectuarse el barrido completo de izquierda a derecha, la bobina captadora recibirá un señal proporcional a la corriente en el hilo activo. Si la bobina no se encuentra sobre el hilo, la señal recibida será casi independiente de la posición relativa al hilo, pues lo que afecta a las bobinas acopladas es el área mutua. En cuanto a la fase dependerá de si la bobina se encuentra a la derecha o a la izquierda del hilo considerado, es decir en un sentido u otro del flujo. Habrá pues una diferencia de 180 grados en cada caso.

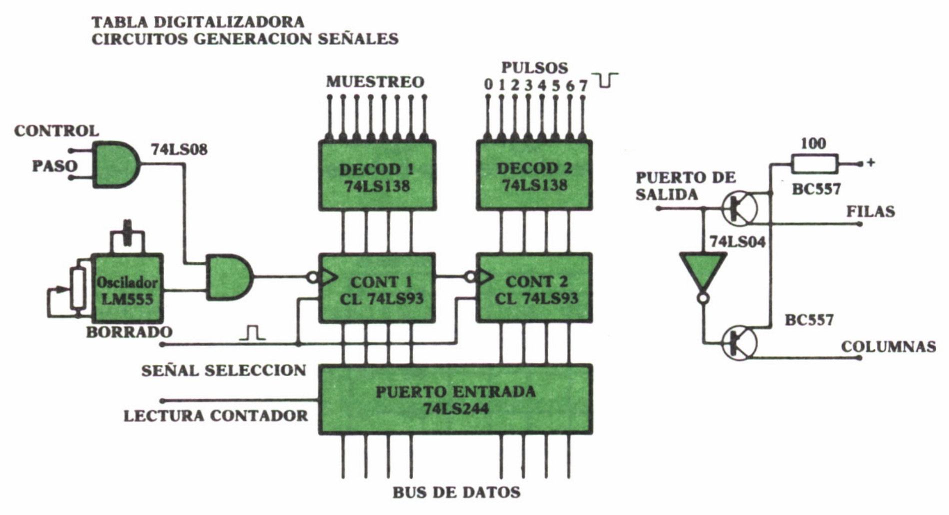


Fig. 24. Circuito generador de pulsos para la rejilla.

Para una posición en la que el hilo emisor se encuentre dentro del área cubierta por la bobina habrá una composición que como puede comprenderse será destructiva, por lo que la amplitud de la señal irá decreciendo a medida que el hilo toma posiciones centradas con relación a la bobina. Para el caso en que esté sobre el centro de la bobina, la señal recibida correspondiente al hilo que emite será nula.

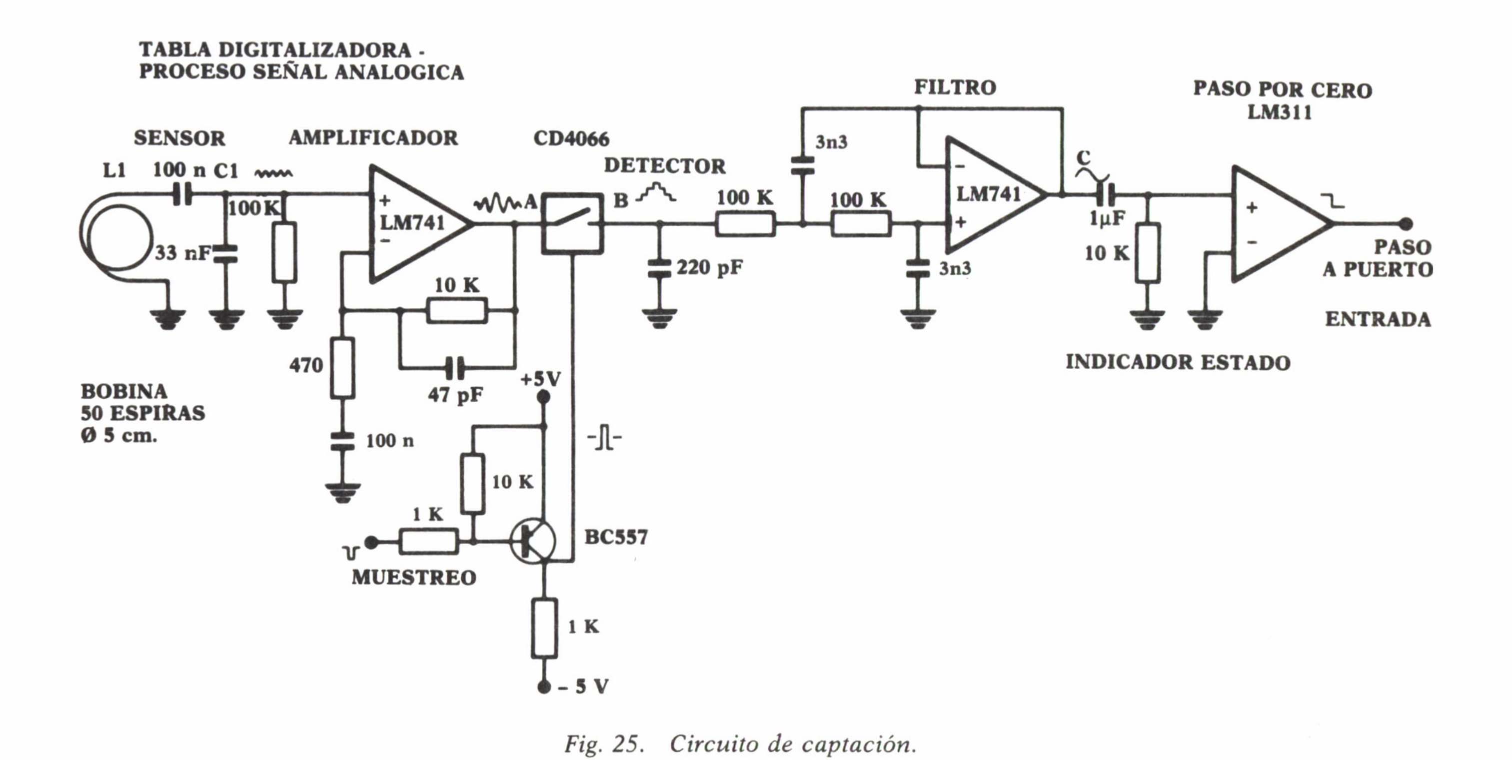


Fig. 25. *Circuito de captación.*

Esta variación de la señal con la posición permite obtener mediante detección y filtrado la componente principal de la señal compuesta de la captación de las señales emitidas por todos los hilos de la rejilla (A). Mediante detección síncrona puede recuperarse la envolvente de las amplitudes instantáneas de cada pulso (B). Esta señal filtrada presenta la forma (C) indicada en la figura 26.

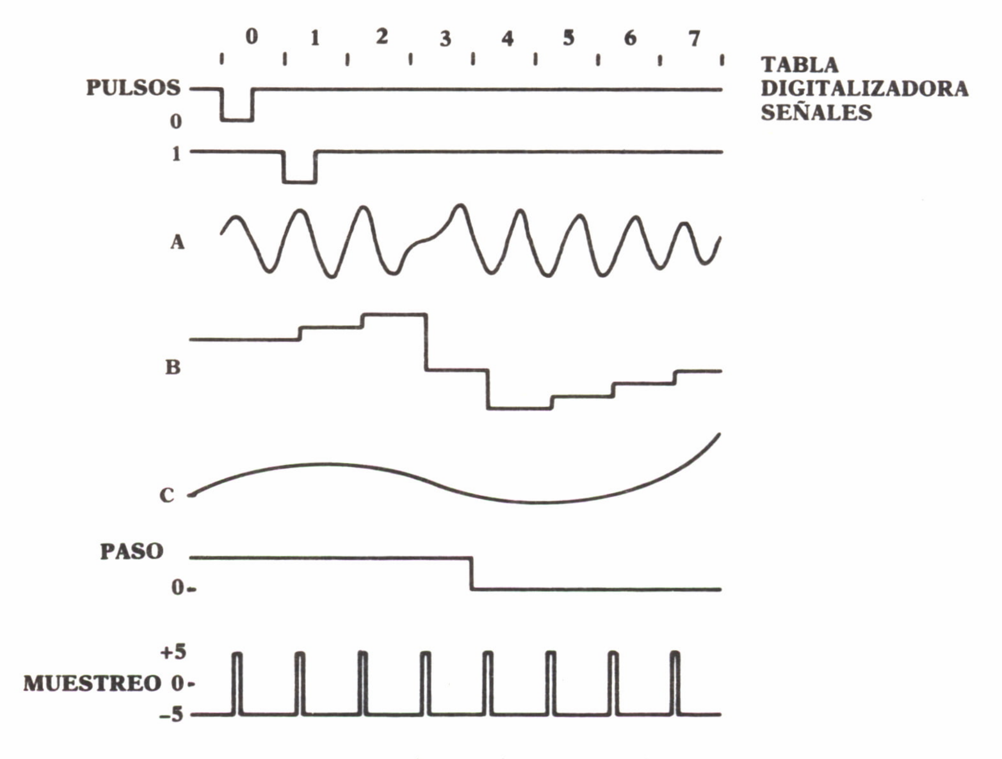


Fig. 26. Señales en el circuito de lectura.

Para convertir esta señal al valor de posición correspondiente, es necesario detectar el paso por cero de dicha señal, pues ese punto indica el momento en el que hay un cambio de fase. El contador debe ser borrado antes de cada comienzo de barrido y activado a la vez que comienza la generación de pulsos sobre los hilos. El contador se parará al detectar el paso por cero. El valor que indique en ese momento será proporcional al número de pulsos generado y con variación lineal entre cada dos pulsos. La lectura del valor del contador hará que se permita el comienzo de otra lectura. Puede seleccionarse el modo de lectura, para que se haga de manera continua o cada vez que se active uno de los pulsadores de los que conviene dotar al cursor.

Una señal adicional puede ser la indicación de proximidad de la bobina cursor a la tableta. Si la amplitud no alcanza un nivel preestablecido, se indicará una condición de error y no se darán por válidas las lecturas. Un programa de lectura puede ser:

```
10 ' TABLAELE
20 ' DIGITALIZADOR MEDIANTE REJILLA Y BOBINA
30 ' CON CONVERSOR ANALOGICO/DIGITAL
40 ' SE ACTIVA LA LECTURA POR PULSADOR 0
50 ENTRADA=&H201: ESTADO=&H203: CONTROL=&H201
60 KEY OFF: CLS
70 ON STRIG(0) GOSUB 150
80 STRIG(0) ON
90 'SCREEN 2: CLS
100 PRINT "LECTURA DE COORDENADAS"
110 FOR I=1 TO 10000
120 ' PROGRAMA DE APLICACION, EN BUCLE
130 NEXT I
140 END
150 ' ACTIVACION Y LECTURA DE COORDENADAS
160 OUT CONTROL,ACTX
170 M=INP(ESTADO)
190 X=INP(ENTRADA)
200 OUT CONTROL,ACTY
210 M=INP(ESTADO)
220 IF M=1 THEN 210
230 Y=INP(ENTRADA)
240 PSET (X,Y),1: ' MARCA EL PUNTO
250 LOCATE 25,1:' LISTA COORDENADAS, EN TEST
260 PRINT "I=",I,"   X=";X;"   Y=";Y;
270 RETURN
```

Programa TABLAELE para el IBM-PC.

El programa incluye presentación en pantalla de las coordenadas leídas en el momento de la pulsación.

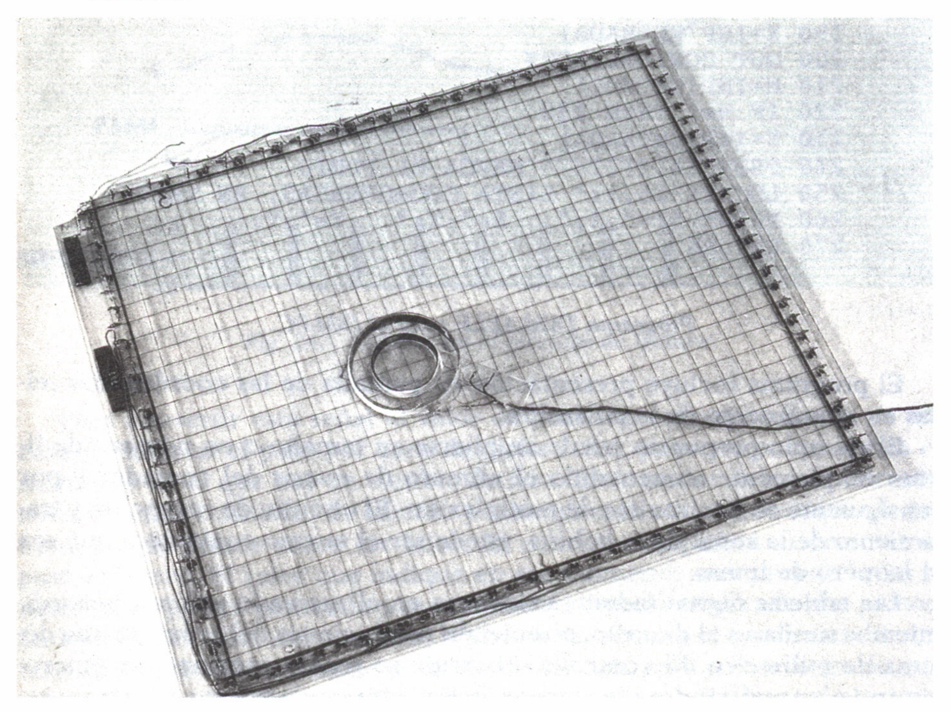
El ejemplo propuesto puede ampliarse en tamaño o en número de líneas simplemente aumentando el número de etapas del contador y por consiguiente el de circuitos de mutiplexión. El circuito de recepción y tratamiento de la señal de la bobina, puede ser el mismo cualquiera que sea el número de líneas.

Las tabletas digitalizadoras existentes en el mercado utilizan procedimientos similares al descrito, ofreciendo resoluciones del orden de una décima de milímetro. El control del barrido se realiza mediante un microcontrolador realizándose la comunicación a través de puerto asíncrono serie, con objeto de hacerlo conectable a cualquier ordenador. Son progra-

mables en cuanto a número de medidas por segundo, incremento de separación mínimo para realizar una medida, formato de las coordenadas, capacidad de enviar identificación de un punto, hasta 12 teclas de función, cursor tipo lápiz o espira con cruz y posibilidad de indicar tercera coordenada.

Lista de componentes para un prototipo:

- Tabla de soporte o plástico transparente
- Hilo de cobre de 0,15 mm. de diámetro
- Clavos para fijación de los hilos
- Diodos 1N914
- Plástico transparente para soporte del cursor
- Bobina de cursor. Es importante que esta bobina forme circuito muy poco amortiguado con el condensador de entrada del primer amplificador, para que se cumplan las señales indicadas. La frecuencia propia debe coincidir con la correspondiente a los pulsos en las líneas de la rejilla. Con los valores y las dimensiones indicadas se obtiene una operación correcta.
- Cable de la bobina, apantallado
- Tarjeta soporte del circuito
- Circuitos integrados (LM741, LM311, CD4066, 74LS138, 74LS93)
- Conector



Tableta digitalizadora prototipo en fase de construcción.

TRAZADOR GRAFICO

La presentación de datos se hace más efectiva si se realiza en forma de gráficos o imágenes. Para hacer duradera la información se dispone de máquinas que impriman sobre un medio no volátil el contenido de la información gráfica. Existen varios procedimientos o tipos de trazadores:

- De pluma sobre papel: Plano o de rodillo. Una o varias plumas.
- De tipo puntual por impacto. Utilizando impresoras matriciales con posibilidad de direccionamiento en todos los puntos.
- Electrostático.
- Fotográfico.

Los trazadores gráficos (Plotters) existentes en el mercado utilizan motores paso-paso o de continua con realimentación. La transmisión del movimiento se hace por poleas o por fricción de una rueda sobre el papel. La conexión al ordenador se realiza comúnmente en modo serie asíncrona aunque existen otras conexiones paralelo. La mayoría de los trazadores poseen una cierta inteligencia que permite mandar órdenes de dibujo del tipo de selección de color, tipo de trazo o escalado, siendo necesario mantener un protocolo de comunicación y de aplicación adaptado al trazador particular. El microprocesador local también realiza funciones internas como interpolación entre puntos, cálculo de límites, trazado de circunferencias, relleno de áreas. Es corriente en los trazadores disponer de la función de entrada de coordenadas, mediante la activación del avance en ambas coordenadas a través de un teclado, permitiendo obtener la serie de valores X,Y de una gráfica obtenida empíricamente o disponible en un libro. El proceso es lento, pero puede obtenerse con gran precisión al disponer de un cursor con ampliación óptica.



Ejemplo de aplicación

Utilizando los dispositivos de control de motores indicados en el capítulo de periféricos simples, puede realizarse un Trazador gráfico de baja resolución, pero que permitirá obtener copia impresa de lo que generamos en la pantalla.

El trazador gráfico está diseñado utilizando motores paso a paso o de continua con contador de número de vueltas.

El desplazamiento en X se realiza mediante fricción del papel por una rueda de gran rozamiento y que es movida por un mecanismo de reduc-

ción desde el motor de las X. Esta disposición permite utilizar cualquier longitud de papel para el ancho constante.

El desplazamiento en Y se realiza mediante hilo desde la polea movida por un mecanismo de reducción desde el motor de la Y.

Con esta disposición los dos motores se encuentran en posiciones fijas y por tanto su masa afecta poco al movimiento.

La activación de la pluma se hace mediante electroimán. En reposo la pluma no llega a tocar el papel, pues se lo impide una barra que está situada a lo largo del eje Y. La barra puede girar al activarse el electroimán para dejar caer la pluma, con lo que podrá trazar sobre el papel.

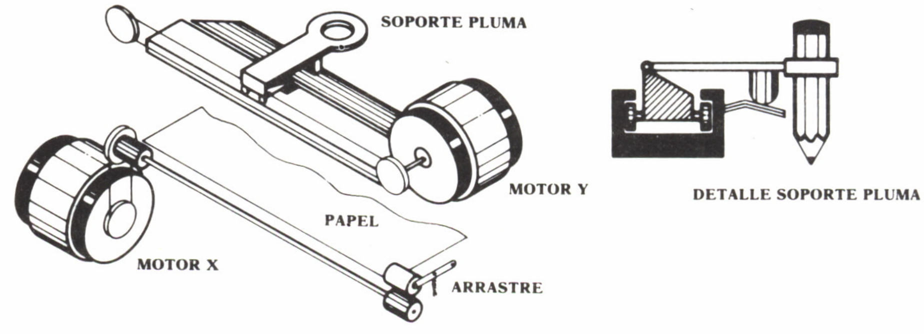


Fig. 27 Trazador gráfico.

El dibujo muestra una posible solución del montaje mecánico de los componentes.

La interfaz necesaria es la indicada en la figura 28.

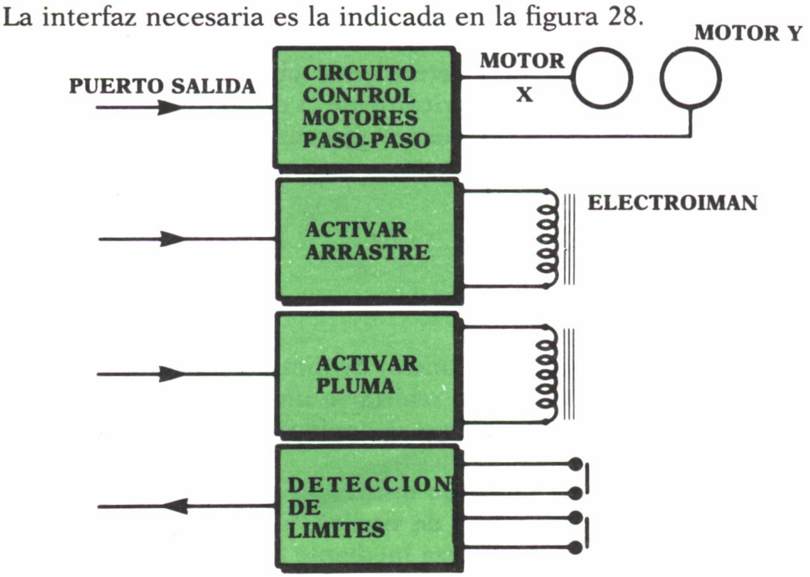


Fig. 28. Circuito de control de trazador gráfico.

```
10 ' TRAZADOR
20 ' REPRESENTA GRAFICA UTILIZANDO EL EJEMPLO
30 ' DESCRITO CON MOTORES DE CONTINUA
40 ' INTERFAZ DE JUEGOS DE IBM-PC
50 DIM A(100,5)
60 SALIDA=&H203: CONTROL=&H201: ESTADO=&H201
70 DURACION=10
80 OUT SALIDA,0:' CONDICION DE REPOSO
90 GOSUB 270:' LEE DATOS A REPRESENTAR
100 ' CONTROL DE DISTANCIA POR TIEMPO
110 ' PUEDEN SER = +0,++,+-,00,0+,0-,-0,-+,--
120 FOR J=1 TO 20:' REPITE LA FIGURA
130 FOR I=1 TO 8
140 LAPIZ=16*A(I,5)
150 CX=A(I,1): SX=2*A(I,2): CY=4*A(I,3): SY=8*A(I,4)
160 GOSUB 210:' AVANZA UN INCREMENTO
170 NEXT I
180 NEXT J
190 OUT SALIDA,0
200 END
210 ' AVANCE DE LOS MOTORES UN INCREMENTO
220 ' CX Y CY SON EL CONTROL, SX Y SY EL SENTIDO
230 OUT SALIDA,CX+SX+CY+SY+LAPIZ
240 FOR D=1 TO DURACION: NEXT D:' DURACION DEL TRAZO
250 OUT SALIDA,LAPIZ
260 RETURN
270 ' LEE GRAFICO
280 FOR I=1 TO 8
290  READ A(I,1),A(I,2),A(I,3),A(I,4),A(I,5)
300 NEXT I
310 RETURN
320 DATA 1,1,0,0,1
330 DATA 1,0,1,1,1
340 DATA 0,0,1,0,1
350 DATA 1,0,1,1,1
360 DATA 1,0,0,0,1
370 DATA 1,0,1,1,1
380 DATA 0,0,1,0,1
390 DATA 1,1,1,1,0
```

Programa TRAZADOR para IBM-PC.



SINTETIZADOR DE VOZ

Otra posibilidad de comunicación hombre/máquina eficiente es a través de la voz. Los dispositivos actualmente existentes que realizan análisis y síntesis de voz, tienen ya cualidades aceptables para ser empleados en aplicaciones reales. La síntesis de voz puede realizarse de varias formas dependiendo del método usado para su almacenamiento:

- Digitalización directa. Permite reproducción muy fiel pero requiere mucha capacidad de almacenamiento de las muestras

- Digitalización comprimida. Pierde un poco de fidelidad pero permite reducir enormemente la memoria necesaria. Hay técnicas de codificación que permiten conservar las características principales con una gran reducción de espacio.

- Simulación del sistema bucal. Predicción lineal (LPC). Mediante un modelo del sistema bucal, se simula un circuito con parámetros constantes durante un pequeño intervalo y que se comporta como el sistema bucal para la pronunciación de cada sonido. Los parámetros cambian según la variación de la señal a producir cada cierto tiempo. Permite reproducción bastante fiel con necesidades de memoria muchísimo menores que en los sistemas de digitalización comprimida. La señal producida es generalmente modulada en ancho de pulso y después filtrada.

La señal producida tiene como características principales el tono o frecuencia fundamental y los formantes o contenido en armónicos. El tono o 'pitch' en el argot habitual de voz es propio de la persona que habla, siendo de baja frecuencia para voz de hombre y más alta para mujer y niños. Permite ser modificado con relativa facilidad para producir diferentes tonalidades, manteniendo la información básica almacenada en memoria. La entonación o variación de nivel con la frase es más difícil de producir, por lo que generalmente la síntesis mediante ordenador produce una voz monótona y sin modulación.

Existen en el mercado circuitos integrados que realizan el proceso de generación a partir de señales almacenadas en forma comprimida o mediante la conversión texto-voz por síntesis mediante alófonos o elementos sonoros. Los primeros requieren tener almacenado el repertorio de palabras con las que componer las frases, mientras que los segundos componen cada palabra a partir de los elementos sonoros individuales. Una señal de interrupción producida al terminar una palabra, permite encadenar de manera continua las palabras, para producir una síntesis más natural.

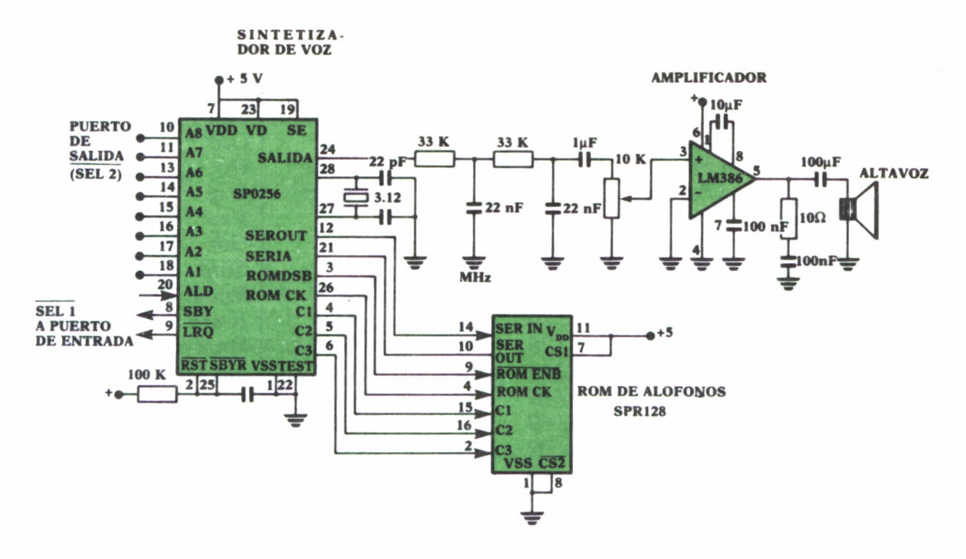


Fig. 29. Sintetizador de voz.

El esquema de la figura muestra los bloques necesarios para la síntesis de voz mediante alófonos, a partir de una tabla de palabras almacenada en una memoria externa. También puede montarse el circuito con otra versión del sintetizador que incluye la tabla de alófonos para el idioma inglés incorporado en el mismo circuito integrado SP0256A-AL2. El esquema con ROM externa de alófonos permite experimentar con la síntesis de otros idiomas, aunque la generación de una nueva memoria no es tarea sencilla.

- Interfaz con el ordenador. Utilizar el circuito de puerto de salida para la programación del código del alófono a producir. A un puerto de entrada se llevará la señal de indicación de conversión en proceso.
- Circuito sintetizador.
- Memoria de palabras.
- Amplificador, filtro y control de volumen.
- Altavoz o auricular

La producción de una secuencia de alófonos para generar una palabra consiste en la presentación en el puerto de salida del código del sonido a producir indicando con un pulso (ALD) en el momento en que está disponible. Para encadenar el siguiente sonido deberá consultarse la señal LRQ o SBY para saber cuando el registro de código está libre. Los códigos posibles incluyen todos los sonidos propios de un idioma y varios periodos de silencio. En la tabla se indican los códigos disponibles.

Tabla de alófonos para idioma inglés en SP0256A-AL2

Código HEX	*Alófono*	*Ejemplo*	*Duración mS*	*Código HEX*	*Alófono*	*Ejemplo*	*Duración mS*
00	*PA1*	*Pausa*	*10*	*20*	*AW*	*Out*	*370*
01	*PA2*	*Pausa*	*30*	*21*	*DD2*	*Do*	*160*
02	*PA3*	*Pausa*	*50*	*22*	*GG3*	*Wig*	*140*
03	*PA4*	*Pausa*	*100*	*23*	*VV*	*Vest*	*190*
04	*PA5*	*Pausa*	*200*	*24*	*GG1*	*Got*	*80*
05	*OY*	*Boy*	*420*	*25*	*SH*	*Ship*	*160*
06	*AY*	*Sky*	*260*	*26*	*ZH*	*Azure*	*190*
07	*EH*	*End*	*70*	*27*	*RR2*	*Brain*	*120*
08	*KK3*	*Comb*	*120*	*28*	*FF*	*Food*	*150*
09	*PP*	*Pow*	*210*	*29*	*KK2*	*Sky*	*190*
0A	*JH*	*Dodge*	*140*	*2A*	*KK1*	*Can't*	*160*
0B	*NN1*	*Thin*	*140*	*2B*	*ZZ*	*Zoo*	*210*
0C	*IH*	*Sit*	*70*	*2C*	*NG*	*Anchor*	*220*
0D	*TT2*	*To*	*140*	*2D*	*LL*	*Lake*	*110*
0E	*RR1*	*Rural*	*170*	*2E*	*WW*	*Wool*	*180*
0F	*AX*	*Succeed*	*70*	*2F*	*XR*	*Repair*	*360*
10	*MM*	*Milk*	*180*	*30*	*WH*	*Whig*	*200*
11	*TT1*	*Part*	*100*	*31*	*YY1*	*Yes*	*130*
12	*DH1*	*They*	*290*	*32*	*CH*	*Church*	*190*
13	*IY*	*See*	*250*	*33*	*ER1*	*Fir*	*160*
14	*EY*	*Beige*	*280*	*34*	*ER2*	*Fir*	*300*
15	*DD1*	*Could*	*70*	*35*	*OW*	*Beau*	*240*
16	*UW1*	*To*	*100*	*36*	*DH2*	*They*	*240*
17	*AO*	*Aught*	*100*	*37*	*SS*	*Vest*	*90*
18	*AA*	*Hot*	*100*	*38*	*NN2*	*No*	*190*
19	*YY2*	*Yes*	*180*	*39*	*HH2*	*Hoe*	*180*
1A	*AE*	*Hat*	*120*	*3A*	*OR*	*Store*	*330*
1B	*HH1*	*He*	*130*	*3B*	*AR*	*Alarm*	*290*
1C	*BB1*	*Business*	*80*	*3C*	*YR*	*Clear*	*350*
1D	*TH*	*Thin*	*180*	*3D*	*GG2*	*Guest*	*40*
1E	*UH*	*Book*	*100*	*3E*	*EL*	*Saddle*	*190*
1F	*UW2*	*Food*	*260*	*3F*	*BB2*	*Business*	*50*

La tabla indica que solamente hay disponibles 64 alófonos en la ROM interna del circuito sintetizador.

Para generar un secuencia de sonidos correspondientes a un texto es necesario descomponer cada palabra en los alófonos más próximos a los disponibles en la tabla, teniendo en cuenta las reglas de formación de cada lenguaje. El problema principal es tener en cuenta las excepciones para poder proporcionar un sonido natural.

El programa de ejemplo muestra la activación del prototipo utilizando lenguaje BASIC y secuencias preprogramadas para producir algunas palabras. Un programa general para producir voz a partir de texto se sale de las pretensiones de este libro. Sin embargo es un dispositivo apropiado para experimentar.

```
10 ' VOZPC
20 ' SINTESIS DE VOZ UTILIZANDO SP0256A-AL2
30 ' SOBRE IBM-PC
40 DIM A(50)
50 ' LEE CODIGOS PARA LOS ALOFONOS
60 FOR I=1 TO 7
70  READ A(I)
80 NEXT I
90 ' PRONUNCIA HELLO BOY
100 FOR I=1 TO 7
110 M=INP(ENTRADA)
120 IF M=0 THEN 110
130 OUT SALIDA,A(I)
140 NEXT I
150 ' ADMITE SECUENCIA DE ALOFONOS
160 ' Y LA PRONUNCIA
170 PRINT "TECLEE LOS NUMERO DE LOS ALOFONOS UNO POR
    UNO"
180 I=1
190 WHILE (X<>64 AND I<50)
200  INPUT "NUMERO DE ALOFONO O 64 PARA FIN";X
210  IF X<0 OR X>64 THEN PRINT "NUMERO INCORRECTO":
     GOTO 200
     220  A(I)=X:I=I+1
     230 WEND
     240 NMAX=I-2
     250 FOR I=1 TO NMAX
     260  M=INP(ENTRADA)
     270  IF M=0 THEN 260
     280  OUT SALIDA,A(I)
     290  PRINT A(I);" ";
     300 NEXT I
     310 END
     320 DATA 57,45,53,2,28,5,4
```

Programa VOZPC para IBM-PC

El análisis de voz es un proceso más complejo y en la actualidad sólo puede hacerse en ordenador personal el reconocimiento de palabras sueltas o frases cortas, quedando el problema de reconocimiento contínuo de voz para máquinas muy grandes. La posibilidad de emplear los procesadores de señal de grandes prestaciones ha permitido realizar aplicaciones de reconocimiento y síntesis de voz en entornos restringidos, como el que se muestra en la figura, aplicado a la respuesta vía telefónica de pedidos. El programa de soporte necesario para hacer fácilmente usable el proceso es más complejo y costoso que los medios físicos, por lo que es necesario te-

nerlo en cuenta en el planteamiento de empleo de tratamiento de voz con OP.

Sistema de tratamiento de voz y tratamiento de pedidos por vía telefónica

Fig. 30. Ejemplo práctico de proceso de voz.

El equipo necesario para realizar análisis de voz consta de:

- Micrófono o conexión a línea telefónica.
- Amplificador y filtro.
- Muestreador.
- Conversor A/D.
- Análisis de la señal : Formantes, espectro, 'pitch'.
- Almacenamiento.
- Comparación con patrones internos y reconocimiento.
- Comunicación al ordenador.

El esquema mostrado corresponde a un caso real de tarjeta añadible al IBM-PC y que permite convertirlo en un equipo de respuesta automática. Realiza reconocimiento de voz para un grupo limitado de palabras separadas pronunciadas por un número pequeño de personas diferentes. Permite la generación de comandos para activación del sistema operativo, por simulación de la interfaz con el teclado.

El tratamiento de voz va a ser un medio importante para hacer accesibles las posibilidades de la informática a colectivos que en este momento no pueden servirse de ella por alguna incapacidad física, visual o manual.



DIGITALIZADOR DE IMAGEN

La captación y proceso de imágenes son actividades cada vez más extendidas dentro del campo de los OPs. Hay muchas aplicaciones para las que el poder captar en un tiempo corto un objeto permite realizar funciones de gran interés asociadas a robótica, control de procesos o fabricación. Los equipos empleados para conseguir grandes prestaciones son costosos y su realización fuera del alcance del usuario corriente, sin embargo la aparición de componentes que permiten la captación de imágenes de forma económica motiva el que se haga una presentación sucinta de posibilidades y se sugiera la construcción de un proyecto de digitalización de imágenes.

Los métodos actualmente existentes para captación de imágenes son :

- Cámara de televisión con tubo de tipo vidicón. Por sus grandes volúmenes de producción ofrecen precios muy asequibles. El fundamento es la captación de variación de la corriente de un rayo de electrones que barre un pantalla fotosensible por efecto de la iluminación recibida. Requiere un equipo óptico para producir sobre el elemento sensible la imágen real a digitalizar. La salida es una señal analógica de video que debe ser digitalizada a alta velocidad si se desea que la imagen corresponda a los elementos captados en un cuadro, o puede realizarse en varias pasadas si la imagen está fija. El mismo equipo electrónico puede emplearse para digitalizar la señal de salida de un monitor de televisión. Hay normas que especifican los niveles de señal, los pulsos de sincronismo y demás temporizaciones (RS-170).

- Exploración electromecánica. Mediante exploración de una imagen por un espejo que puede controlarse en dos ejes, puede obtenerse el valor de la señal luminosa correspondiente a cada punto. La imagen puede ser producida por un medio óptico sobre el área de trabajo o ser un objeto iluminado cercano. Usado en teledetección.

- Sensor lineal de CCDs. Se basa en la descarga de un condensador al recibir fotones, con una relación lineal con la iluminación recibida. Hay dispositivos similares que utilizan fotodiodos, que cargan un condensador proporcionalmente a la luz recibida. Los componentes actuales se agrupan en forma de circuito con una ventana transparente que permite el paso de luz sobre los condensadores. Estos condensadores están conectados de forma que pueda leerse el valor alcanzado en cada uno de ellos de manera secuencial, haciendo avanzar el contenido de uno a otro mediante pulsos de reloj, en forma de registro de desplazamiento analógico y realizando la

conversión a la salida del último. Para captar una imagen bidimensional será necesario desplazar el sensor sobre el plano focal del sistema óptico empleado y realizar la captación para cada línea de la imagen. Existen disponibles sensores de 32 a 4096 puntos con resoluciones de hasta 4 micras.

• Sensor matricial de CCDs. Es del tipo anterior pero con un elemento sensible bidimensional. El circuito de lectura es del mismo tipo que el anterior. Existen de 16 x 16 a 512 x 512 puntos.

• Sensor circular. Se agrupan los elementos sensibles sobre una circunferencia o círculo, empleándose de forma similar a los anteriores. Se utilizan en dispositivos de enfoque automático.

• Sensor óptico puntual. Mediante células fotosensibles de tipo LDR, fototransistor o fotomultiplicador, es posible realizar digitalización bidimensional si hacemos el desplazamiento de la imagen delante del elemento sensor o viceversa. Este es el procedimiento usado en los digitalizadores de alta resolución. Se dispone de una mesa que soporta el objeto a digitalizar o una fotografía de él. Se desplaza el elemento fotosensible en incrementos precisos mientras se ilumina el objeto convenientemente, con luz incidente si es opaco o con luz transmitida si es transparente. Si la resolución necesaria en muy grande, la luz transmitida o reflejada será muy poca, por lo que se emplean fotomultiplicadores.

Las aplicaciones de la digitalización de imágenes son cada vez más numerosas y se dispone de soluciones asequibles a cualquier economía. La lista no pretende ser exhaustiva de los campos de aplicación dentro de los OPs:

- Tratamiento de radiografías, microfotografías.
- Visión automática.
- Reconocimiento de formas, caracteres, firmas.
- Lectura automática de texto impreso.
- Control de calidad.
- Transmisión de imágenes, telefaximil.
- Teleconferencia.
- Termografía.
- Exploración de recursos.
- Vigilancia.
- Composición artística.
- Almacenamiento y recuperación de documentación gráfica.



Ejemplo de aplicación

Mediante el empleo de una impresora matricial con posibilidad de avance fino, de una célula fotosensible y de un conversor analógico digital puede realizarse un digitalizador de imágenes, de interés en el entorno de ordenadores personales.

DIGITALIZADOR DE IMAGEN SOBRE IMPRESORA MATRICIAL

Fig. 31. Digitalizador de imágenes. Disposición general.

La circuitería necesaria para el desarrollo de este proyecto puede verse en la figura 31, además del circuito de conversión analógico/digital como el de la figura 35.

Componentes necesarios:

- Soporte de elementos ópticos.
- Lámpara o LED.
- Lente.
- Fototransistor.
- Cable flexible de transmisión.
- Amplificador.
- Conversor A/D.

- Conexión al bus.
- Decodificador de dirección.

Utilizando la tarjeta de adaptador de juegos del IBM-PC puede utilizarse parte de la circuitería ya existente y el C A/D puede cablearse sobre la zona libre preparada para ampliaciones. Sobre la placa metálica de soporte, puede hacerse un taladro para colocar un conector de tipo DIN de 5 pines, que permite sacar todas las señales necesarias.

Para la utilización con ZX-Spectrum será necesario montar todos los componentes descritos en el esquema sobre una tarjeta del tipo de proyecto de conversión A/D indicada.

Para la toma de imágenes será necesario:

- Colocar la cabeza lectora sobre la cabeza normal de impresión.
- Pegar la imagen a un papel del ancho apropiado para poder usar el arrastre de la impresora.
- Programar la impresora para que avance un paso igual a la resolución deseada. Según el tipo de impresora se necesitará una secuencia de ESCAPE distinta. Para la impresora Gráfica o la Proprinter se indica un posible programa para conseguir avance fino.
- Para leer una línea de imagen, se hace escribir a la impresora para que la cabeza efectúe un barrido, por lo menos del ancho de la imagen a digitalizar. Por supuesto solamente se envía un carácter imprimible al final de la línea, pues como la impresora tiene eliminación de espacios en los extremos es necesario enviar caracteres imprimibles al principio y fin de la línea.
- Activar el programa que lea del C A/D a la velocidad adecuada con la resolución.
- Almacenar los valores leídos en los elementos de una matriz de manera ordenada.

En el programa ejemplo se supone un interfaz de tipo analógico capaz de efectuar lecturas por lo menos cada milisegundo, con lo que la resolución podría ser del orden de 1000 puntos por línea aproximadamente.

```
10 ' IMAGEN
20 ' INTERFAZ DE DIGITALIZACION PARA IBM-PC
30 ' CON CABEZAL OPTICO SOBRE IMPRESORA GRAFICA
40 ' DIRECCIONES DE ADAPTADOR DE JUEGOS Y CONVERSOR
   A/D
50 ENTRADA=&H201: ESTADO=&H203: CONTROL=&H201
60 ESC$=CHR$(27)
70 DIM A(100,100): IMAX=10: JMAX=40:' RESOLUCION
80 ' PONE EN MODO UNIDIRECCIONAL
```

```
90 LPRINT ESC$;"U1";
100 ' COLOCA EN POSICION INICIAL
110 LPRINT ESC$;"<";
120 ' PONE MODO AVANCE FINO EN IMPRESORA 4/216"
130 LPRINT ESC$;"3";CHR$(4)
140 FOR I=1 TO IMAX
150 ' ACTIVA IMPRESORA
160 LPRINT ".";
170 FOR H=1 TO 7: LPRINT "          ";:NEXT H
180 LPRINT "."
190 ' LEE CONVERSOR DE FORMA CONTINUA. UNA LINEA
200 FOR J=1 TO JMAX
210  M=INP(ESTADO)
220  IF M=0 THEN 210
230  OUT CONTROL,&H1
240  A(I,J)=INP(ENTRADA)
250 NEXT J
260 NEXT I
270 LPRINT ESC$;"0";:' RESTAURA VALOR NORMAL
280 ' PRESENTA VALORES EN TEST
290 FOR I=1 TO IMAX
300  FOR J=1 TO JMAX
310   PRINT A(I,J),
320  NEXT J
330  PRINT
340 NEXT I
350 END
```

Programa IMAGEN para el IBM-PC

Proceso de la imagen

Con la imagen obtenida hemos de realizar operaciones que la hagan representable en pantalla e impresora. Los valores leídos con el mecanismo diseñado estarán comprendidos entre 0-255. Para representarlo sobre la pantalla gráfica podemos hacer varios procesos que la conviertan en puntos de acuerdo con la resolución que dispongamos. Los pasos convenientes para utilizar las imágenes digitalizadas pueden resumirse en:

• Determinación del histograma. Determinación del número de puntos digitalizados ('pixels') que presentan el mismo valor. La distribución estadística de niveles puede resultar muy ilustrativa del contenido informativo de la imagen y de los procesos convenientes para su mejor interpretación.

• Corte por niveles. Según los niveles de gris o colores de que se disponga, asignamos a cada posición en la pantalla un pixel o zona con el valor correspondiente al rango leído. La asignación puede hacerse con dis-

tribución lineal o como convenga a la aplicación. Las imágenes en falso color pueden permitir descubrir cosas que no se ven aparentemente en la imagen original. El histograma permitirá determinar los niveles convenientes para la asignación de colores de representación.

• Filtrado. Aplicación de algún proceso punto por punto mediante alguna función de ponderación de los valores próximos a uno dado. Este proceso local permite realzar o atenuar determinadas características de la imagen. Realce de bordes, eliminación de ruido, aumento de contraste ...

• Análisis frecuencial. Mediante aplicación de transformada de Fourier se determina el contenido frecuencial bidimensional, para posterior filtrado.

• Representación con semitonos. Para salida en impresora o pantallas que sólo poseen dos colores, es necesario realizar un distribución espacial de niveles para que en promedio la suma de «blancos y negros» se mantenga con relación a la imagen original, pero representando la imagen con la resolución del periférico de salida. Es un proceso realizado ópticamente en la producción de fotografías en artes gráficas mediante las rejillas de superposición, que asignan celdillas de diferente tamaño según la relación de luz y sombra.



CONTROL DE UN TREN ELECTRICO DE JUGUETE

Un ejemplo de aplicación de las posibilidades de un ordenador personal al control de un sistema real es en el control y presentación del estado del funcionamiento de un tren eléctrico de juguete.

Las funciones de control y presentación del estado de la red de un tren eléctrico pueden realizarse con un ordenador personal, utilizando circuitos de interfaz como los descritos en periféricos simples.

Presentación del problema. Para el control del tren eléctrico es necesario tener en cuenta:

- Tendido físico de la red del ferrocarril.
- Tipo de red y de individualización de vías.
- Necesidades de control.
- Número máximo de trenes, estaciones, agujas.
- Necesidades de información del estado.

Para contemplar el caso más general es conveniente utilizar soluciones con aislamiento para poder emplearse en sistemas de alterna y de continua.

Tipos de sensores necesarios:

• De paso de vehículo : Por barrera óptica de transmisión, de relé de láminas con imán en el tren o por reflexión.

- De sentido de movimiento, mediante dos sensores próximos.
- De estado de semáforo o aguja, pues pueden modificarse por un tren circulando en sentido inverso.
- De corriente, para verificar operación de un tren sobre un tramo.

Los sensores son de tipo binario, para permitir la comunicación sencilla mediante fotoacopladores y presentarán el resultado a la interfaz de entrada descrita en el capitulo de periféricos simples.

Tipos de actuadores necesarios:

- De aguja, barrera y semáforo (por electroimán).
- De aplicación de tensión a vía o catenaria (por relés).

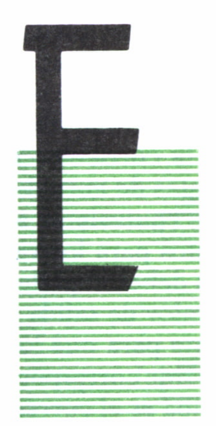
Los actuadores se activan desde el registro de salida a través de fotoacoplador, para evitar problemas con las alimentaciones.

La indicación del estado de la red se puede hacer de forma gráfica en la pantalla, representando un modelo reducido de las vías con indicación del estado de los semáforos y de los tramos en los que debe encontrarse un tren o mediante una tabla de estados indicativa de la misma información pero sin salida gráfica. La identificación de tren en las diferentes posiciones que puede ocupar es un problema más complejo. Con la información de las posibles trayectorias disponibles y determinando el tiempo entre pasos entre los correspondientes sensores, puede tenerse permanentemente en memoria cual es la posición de cada tren. Pero requiere sensor de paso en todos los punto de bifurcación y cada poca distancia en tramos largos.

El sistema de control debería disponer de funcionamiento manual y de una rutina inicial de prueba de todos los elementos de interfaz. Igualmente deberá poder detectar situaciones de alarma (descarrilamiento, choque, sobrepasamiento de velocidad, etc.)

Un control muy sofisticado sería además de muy costoso en tiempo de montaje un paso adelante para que dejara de ser un juego...

INTERFAZ CON SEÑALES ANALOGICAS 6



ES frecuente la conveniencia de disponer de algún periférico con el que comunicar al ordenador magnitudes que varían de un forma contínua, tanto en entrada como en salida, relacionadas con el mundo físico.

Estas magnitudes pueden ser directamente de tipo eléctrico o bien la señal generada mediante un dispositivo transductor. Los transductores son los dispositivos que convierten un magnitud en otra. Muchos de estos transductores pueden trabajar en los dos sentidos: por ejemplo un altavoz convierte una señal eléctrica en movimiento, pero se puede utilizar como micrófono si se invierte su funcionamiento, tomando la señal eléctrica generada al mover su membrana mediante ondas acústicas.

Para comunicar el ordenador con el mundo físico analógico es necesario disponer de dispositivos que permitan adaptar las señales generadas por los sensores analógicos a valores digitales, directamente utilizables por el ordenador. Estos dispositivos se denominan Conversores Analógico/Digital (C A/D) y Digital/Analógico (CD/A). Se describen los métodos existentes para realizar las conversiones y se presenta la realización de algunos de ellos empezando por los más sencillos hasta llegar a los existentes en circuito integrado.

Las parámetros a tener en cuenta en el diseño de conversores A/D y D/A son:

- Resolución o número de niveles que han de poder distinguirse.
- Velocidad de conversión o tiempo mínimo entre muestras.
- Valores máximos de las señales de entrada o salida.
- Necesidades de monotonicidad y linealidad.
- La señal es unipolar o bipolar.
- Como afecta el ruido a la señal.



CONVERSION DIGITAL/ANALOGICA

La forma más simple de convertir un número representado digitalmente en una magnitud eléctrica analógica consiste en hacer la suma ponderada de los valores de cada uno de los bits, asignando un coeficiente diferente a cada uno de ellos. Eléctricamente quiere decir que la corriente o la tensión suministrada por cada uno sea proporcional a su peso en el número.

Con el circuito de la figura podemos generar corriente proporcional al cociente de la resistencia de cada bit entre la resistencia de realimentación. El amplificador operacional funciona como sumador de las corriente y conversor corriente-tensión. La entrada se comporta como una 'masa virtual' es decir presenta casi cero voltios pero hace que la corriente en la resistencia de realimentación sea la suma de las corrientes de entrada. Para que la conversión tenga una resolución por lo menos equivalente al bit menos significativo deberán cumplirse algunos requisitos para los valores de los componentes. Por ejemplo las señales binarias deberán poder suministrar la corriente sin cambiar apreciablemente su valor de salida y las resistencias deberán ser de la precisión correspondiente para que los márgenes de tolerancia hagan que el error sea inferior al valor correspondiente al bit menos significativo. El valor de la señal de salida es el correspondiente a la fórmula:

$$Vsal = R\ (V0/R0 + \ldots + V7/R7)$$

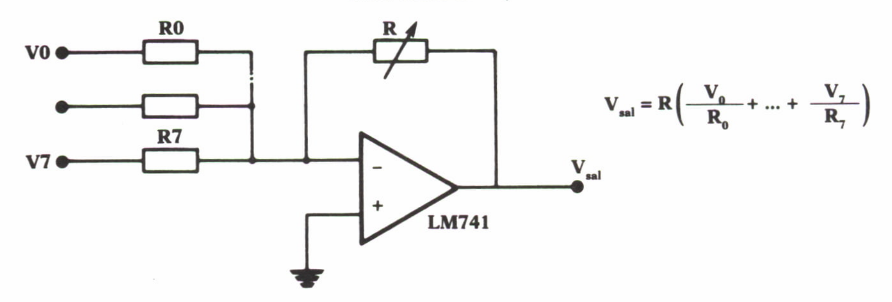


Fig. 32. Conversión digital/analógica. Resistencias ponderadas.

Los valores de las señales binaria aplicadas deberán ser iguales en su estado 1 y lo más próximo a 0V en su estado 0. Mediante la resistencia R puede ajustarse la escala a los niveles apropiados. En realidad debemos sustituir en la fórmula los valores de las tensiones por los del producto del código binario por la tensión de salida. En algunos casos puede interesar

que la conversión no sea lineal, como por ejemplo en digitalización de voz en telefonía se utiliza un ley logarítmica de conversión, para mejorar la relación señal/ruido en los niveles bajos.

Para asignación binaria de pesos a los bits es necesario disponer de resistencias de valores en relación con las potencias de 2. Este no es el caso de los valores normalizados de las resistencias disponibles en el comercio a bajo precio (gama 5% o 10%), por lo que es necesario ajustar mediante dos resistencias en serie el valor adecuado para poder garantizar la resolución.

CONVERSOR D/A R-2R

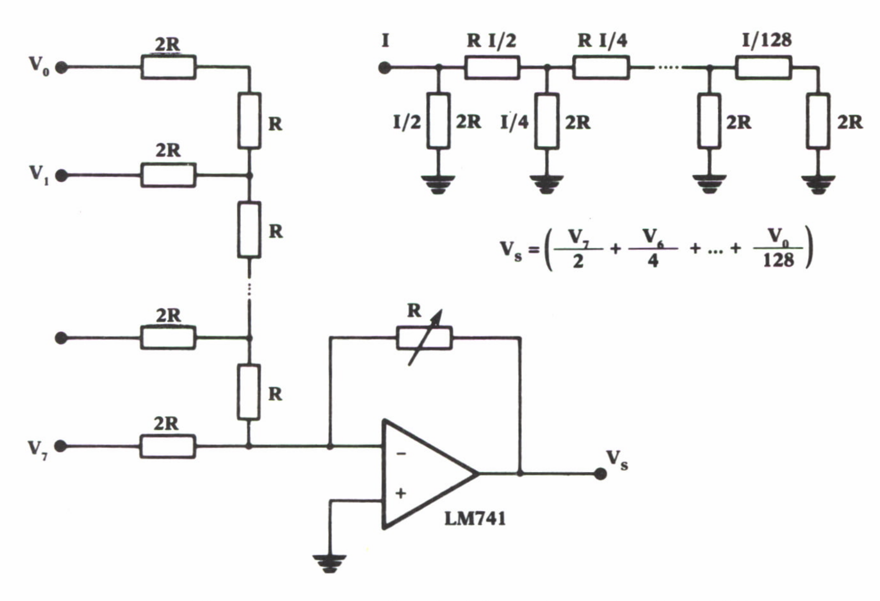


Fig. 33. Conversor D/A. Red de resistencias tipo R-2R.

Una forma sencilla de resolverlo es disponer la red de resistencias de la forma indicada en la figura. Mediante la combinación R-2R puede conseguirse la asignación binaria de pesos utilizando solamente 2 valores diferentes de resistencias. La solución se ve que es equivalente, pues en cada nodo la corriente se divide exactamente en dos ramas iguales. Un problema que se presenta con este tipo de red es que los valores de las señales analógicas a sumar deben ser el nivel de referencia y 0. Si no ocurre así, aparecen efectos que hacen impracticable el método por encima de 4 bits. El circuito de alimentación de las señales para conversión puede hacerse con conmutadores MOS que presentan una relación grande Abierto/Cerrado. La señal de referencia también influye de forma importante en la señal generada por lo que es recomendable generarla aparte de la alimentación general.

Para aplicaciones prácticas conviene disponer de por lo menos 8 bits de resolución, existiendo en el mercado gran número de circuitos integrados de coste relativamente bajo. Para la generación de señal convertida con mayor número de bit es necesario disponer de registros intermedios que se carguen secuencialmente desde el bus y que realicen la conversión de manera simultánea. Esta técnica se denomina «doble registro intermedio» y está disponible en algunos de los convertidores D/A del mercado.

CONVERSOR DIGITAL/ANALOGICO INTEGRADO

Fig. 34. Conversor digital/analógico.

En el circuito de la figura se describe una aplicación de uno de ellos y se dan indicaciones para su montaje tanto para el ZX-Spectrum como para el IBM-PC. Los dos circuitos hacen uso del registro de salida de 8 bits explicado en los circuitos de interfaz simples. El programa que se adjunta hará aparecer una señal senoidal cuya frecuencia viene fijada por el valor de una variable.

```
10 ' CDASENO
20 ' PROGRAMA SALIDA CONVERSOR DIGITAL/ANALOGICO
30 ' PARA EL IBM-PC
40 SALIDA=&H203:' EN EL ADAPTADOR DE JUEGOS
50 '    DIRECCION DEL CONVERSOR D/A
60 N=1: ' RETARDO EN SALIDA DE LA SENAL
70 DESP=127
80 COEF=3.14159/180
90 FOR I=1 TO 100
100   FOR J=0 TO 360 STEP 10
```

```
110      A=DESP+INT(127*SIN(J*COEF))
120      ' FOR K=1 TO N: NEXT K:' TEMPORIZACION
130      ' PRINT A :' PARA TEST
140      OUT SALIDA,A
150     NEXT J
160 NEXT I
```

Programa CDASENO para el IBM-PC.

Lista de componentes del ejemplo de aplicación

- Circuitos integrados (DAC0801, 74LS374, LM301).
- Tarjeta de circuito impreso de soporte.
- Zócalos.
- Conector.



CONVERSION ANALOGICO/DIGITAL

La conversión analógico digital es la función complementaria de la anterior y permite utilizar los valores de las magnitudes físicas por el ordenador, de forma digital.

Los métodos utilizados en la práctica junto con sus rangos de aplicación son:

- Conversor instantáneo o paralelo. Consiste en un conjunto de comparadores igual al número de niveles discernible y que trabajan en paralelo, realizando cada uno de ellos la comparación con un nivel obtenido de un divisor en cadena. La salida de los comparadores es tratada por un circuito combinacional que genera el código apropiado correspondiente a la señal de entrada. Este procedimiento es muy costoso en circuitería disponiéndose en la actualidad para resoluciones de 4 a 8 bits y velocidades de hasta 150 Megamuestras por segundo. Se utilizan en sistemas de tratamiento de señales y de imágenes, requiriendo memorias y el resto de los dispositivos del OP de prestaciones adecuadas para que compense su utilización

- Convertidor de simple rampa. Utiliza el método de comparación con una señal en rampa generada analógicamente o mediante un conversor D/A. Mientras se realiza la comparación un contador cuenta el número de impulsos hasta alcanzar la igualdad. La precisión conseguida resulta dependiente de los parámetros de los componentes: condensador, integrador, estabilidad de la frecuencia del oscilador. El método es además lento

para resoluciones típicas de 10-12 bits. Se emplea en instrumentos de media precisión.

• Convertidor de doble rampa. Utiliza un método similar de comparación de la señal de entrada con una rampa, pero en este caso la rampa resulta generada a partir del valor máximo alcanzado durante un intervalo de integración fijo y descargado mediante un fuente de referencia. Se consiguen compensar en parte los defectos del primer método. El tiempo de conversión es grande. Se emplea este método en instrumentación de precisión.

• Convertidor por aproximaciones sucesivas. Utiliza un procedimiento dicotómico de comparación de la señal de entrada con una señal generada a través de un C D/A. El algoritmo que tiene que seguir consiste en empezar por el bit de mayor signo comparándolo con la entrada. Si el resultado es de que es mayor la entrada, se deja el bit en 1 y si no se deja en cero. A continuación se prueba con el bit de orden siguiente, realizando otra vez la comparación. El tiempo de conversión será el tiempo de comparación máximo de un bit multiplicado por el número de bits. Para el almacenamiento de los bits en comparación se emplea un circuito compuesto de biestables (Flip-Flops=FF) y montado para realizar la función de aproximaciones sucesivas. El circuito permite generar a la vez que se hace la conversión una señal digital serie con el valor convertido, empezando por el bit más significativo. Se utiliza en equipos de adquisición de datos en general.

• Convertidor de conmutadores múltiples. Consiste en una cadena de resistencias igual al número de niveles discernible, conectadas mediante conmutadores en estructura compuesta serie/paralelo a una de las entradas del comparador. Por aproximaciones sucesivas se determina el código más aproximado a la señal de entrada. Se emplea en conversores de relación cuando es fundamental la monotonicidad de la conversión y se necesita flexibilidad en los límites superior e inferior. Son más lentos que los de aproximaciones sucesivas puros.

• Conversor tensión/frecuencia. Utilizan un oscilador de tipo astable controlado por tensión. La frecuencia generada es proporcional a la tensión de entrada. El método de medida consiste en contar el número de pulsos en un período determinado o el período de la señal. Se utilizan en los sensores remotos, en conexión a dos hilos a la unidad central, para señales de variación lenta. Permiten gran precisión, utilizando período de lectura grande.

Los parámetros de diseño son los mismos que para los C D/A.



Ejemplo de aplicación

El ejemplo propuesto utiliza un circuito integrado que posee 8 canales analógicos de entrada, resolución de 8 bits y posibilidad de conexión directa al bus del ordenador. Requiere para su funcionamiento solamente :

Fig. 35. Conversor Analógico/digital.

un oscilador con frecuencia inferior a 1,2 MHz., direccionamiento del canal a medir, pulso de comienzo. Da una señal indicativa del final de la conversión. El procedimiento de medida es el de comparación por conmutadores múltiples.

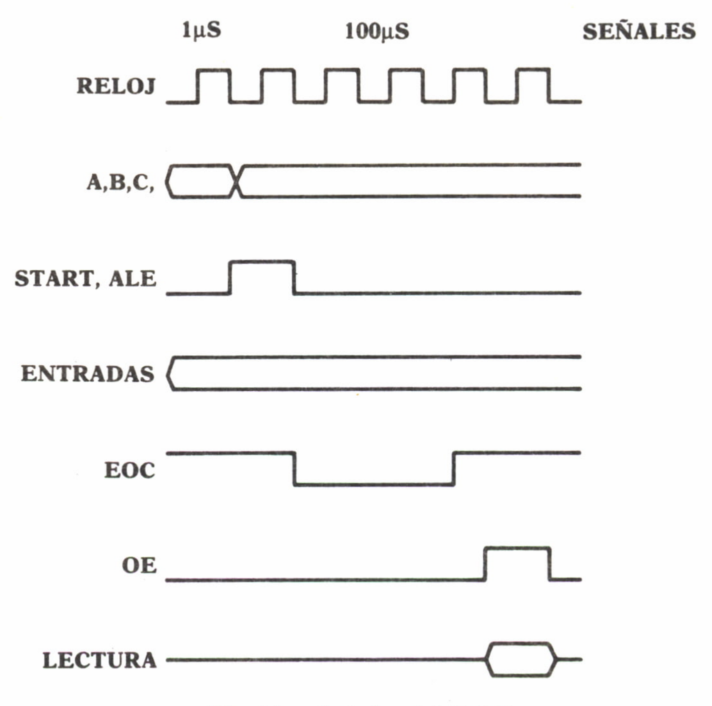


Fig. 36. Señales del C A/D.

Es interesante hacer notar que la conversión se realiza por aproximaciones sucesivas entre los valores de las referencias positiva y negativa, pudiendo conseguirse resoluciones de más de 8 bits si el rango de medida es restringido. Por ejemplo para medir temperatura con un sensor lineal, dentro de un margen limitado de temperaturas, puede conseguirse una sensibilidad de 0,2 grados centigrados por bit. El tiempo de conversión es de 50 microsegundos aproximadamente.

Lista de componentes para el ejemplo de aplicación

- Circuitos integrados (ADC0808, LM555, 74LS02).
- Tarjeta de circuito impreso de tiras.
- Zócalos.
- Conector.



MUESTREO

La digitalización de señales impone la representación de éstas de forma discreta en el número de niveles pero también en su definición temporal. Es decir discretizamos los instantes en los cuales tiene significación la señal para el ordenador. Es necesario considerar la información temporal de la señal para realizar el muestreo con la periodicidad adecuada. El hecho de conocer una señal de forma discreta puede hacer pensar que se pierde información significativa de la señal. El conocimiento de la composición frecuencial de la señal nos indica que no se pierde información siempre que el muestreo satisfaga las condiciones indicadas por el teorema de muestreo o de Nyquist que expresa que para una señal con ancho de banda limitado es suficiente con muestrear a una frecuencia igual al doble del armónico más alto presente en la señal. Si se cumple esta condición el proceso de reconstrucción o interpretación de la señal será posible, empleando un filtro reconstructor ideal. En la práctica lo que interesa es filtrar todo lo posible las frecuencias en la señal por encima de las que interesen y muestrear por encima del valor mínimo indicado para facilitar la reconstrucción. Realmente no tiene sentido tomar más muestras que las necesarias para el ancho de banda de la señal dada, pues al ser su información limitada no se va a sacar más por tomar más muestras. Unicamente puede ser útil para simplificar el proceso de reconstrucción. El efecto observado si no se cumplen las condiciones de muestreo es el de que aparecen señales en la reconstrucción que son 'alias' de las señales que realmente se muestrearon. En la figura puede verse el proceso por el cual aparece señal aparente de frecuencia en la banda útil, originada por la presencia de un armónico de frecuencia próxima a la de muestreo y por tanto fuera de las condiciones indicadas.

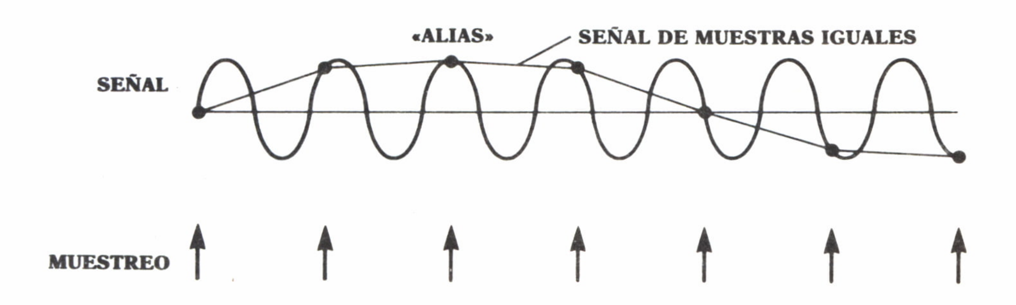


Fig. 37. Efecto del muestreo.

La señal de puntos sería la señal leída e interpretada como señal de una frecuencia no existente en la señal original, por el efecto del muestreo a frecuencia inferior al doble de la componente más alta de la señal de entrada.



MULTIPLEXADO

MULTIFLEXORES ANALOGICOS

CD4066 CD4051

DIRECCION

Fig. 38. Circuitos multiplexores analógicos.

El circuito de conversión A/D puede utilizarse para convertir señales de varios sensores si se multiplexan y se toma la muestra de cada uno en el momento en que sea requerido. Para ser considerado como ideal un multiplexor analógico deberá dejar pasar la señal seleccionada sin atenuación y deberá rechazar el efecto de las demás señales que comparten el equipo. Existen numerosos dipositivos comerciales que realizan la función de manera casi ideal utilizando conmutadores MOS. Se indican los más usuales y se muestra un circuito típico de empleo. En el ejemplo descrito para la conversión A/D se utiliza un circuito que incluye 8 posibles entradas para señales analógicas.

SISTEMA DE TELEMETRIA

ENTRADAS ANALOGICAS
CD4051
MUESTREO Y RETENCION CD4066
LM741
CONVERSOR LM555
TENSION/ FRECUENCIA
ENTRADA A OP
MULTIPLEXOR
CONTADOR
OSCILADOR
CONTROL
SALIDA DE OP

Fig. 39. Sistema de telemetría por multiplexado en tiempo.



MUESTREO Y RETENCION

El proceso de conversión A/D se ha indicado que puede necesitar un tiempo no despreciable, como es el caso del método de aproximaciones sucesivas. Es por tanto necesario mantener la señal en el valor de la muestra de forma estable durante la conversión. Solamente con los conversores de tipo instantáneo puede prescindirse del circuito de muestreo y retención, para los demás casos es recomendable, para garantizar que durante el periodo de conversión la señal varía menos que el valor del bit menos significativo. De todas maneras será necesario evaluar para cada caso la conveniencia de incorporarlo, teniendo en cuenta las frecuencias de las señales muestreadas. Otro punto a tener en cuenta es la necesidad de muestreo simultáneo de señales. Si es necesario habría que disponer de circuitos de muestreo y retención propios para cada señal y multiplexar la conversión A/D. Los circuitos de muestreo y retención están disponibles como módulos específicos, pero pueden realizarse mediante muestreadores analógicos y un condensador, que conviene sea muy estable.

Es necesario mencionar que cada vez son más asequibles circuitos integrados que disponen en un solo chip las funciones de: multiplexado, muestreo y retención, conversión A/D, proceso y conversión D/A, permitiendo la realización de bucles de control autónomos, con el sólo requerimiento de la adición de una memoria y una fuente de alimentación.



Ejemplo de aplicación: Termómetro ambiente

Como aplicación se muestra un termómetro de temperatura ambiente con posibilidad de medida de humedad relativa, mediante el método de descenso de la temperatura del termómetro húmedo por evaporación (psicómetro). Utiliza dos sensores de temperatura realizados con circuito integrado. La resistencia de ajuste se calibrará para que los dos sensores den los mismos valores en seco en las temperaturas extremas. Uno de ellos se mantiene en contacto seco con el aire mientras el otro se mantiene húmedo por una mecha introducida en un recipiente con agua. Mediante el diagrama psicométrico puede conocerse la humedad relativa a partir de la diferencia de temperatura entre los dos termómetros. Incluido dentro del programa que se adjunta se obtiene directamente la temperatura y la humedad relativa.

Lista de componentes:

- Circuitos integrados (LM334, ADC0808, LM555, 74LS02).
- Cables de unión a los sensores.
- Tarjeta de circuito impreso de tiras.
- Conector.

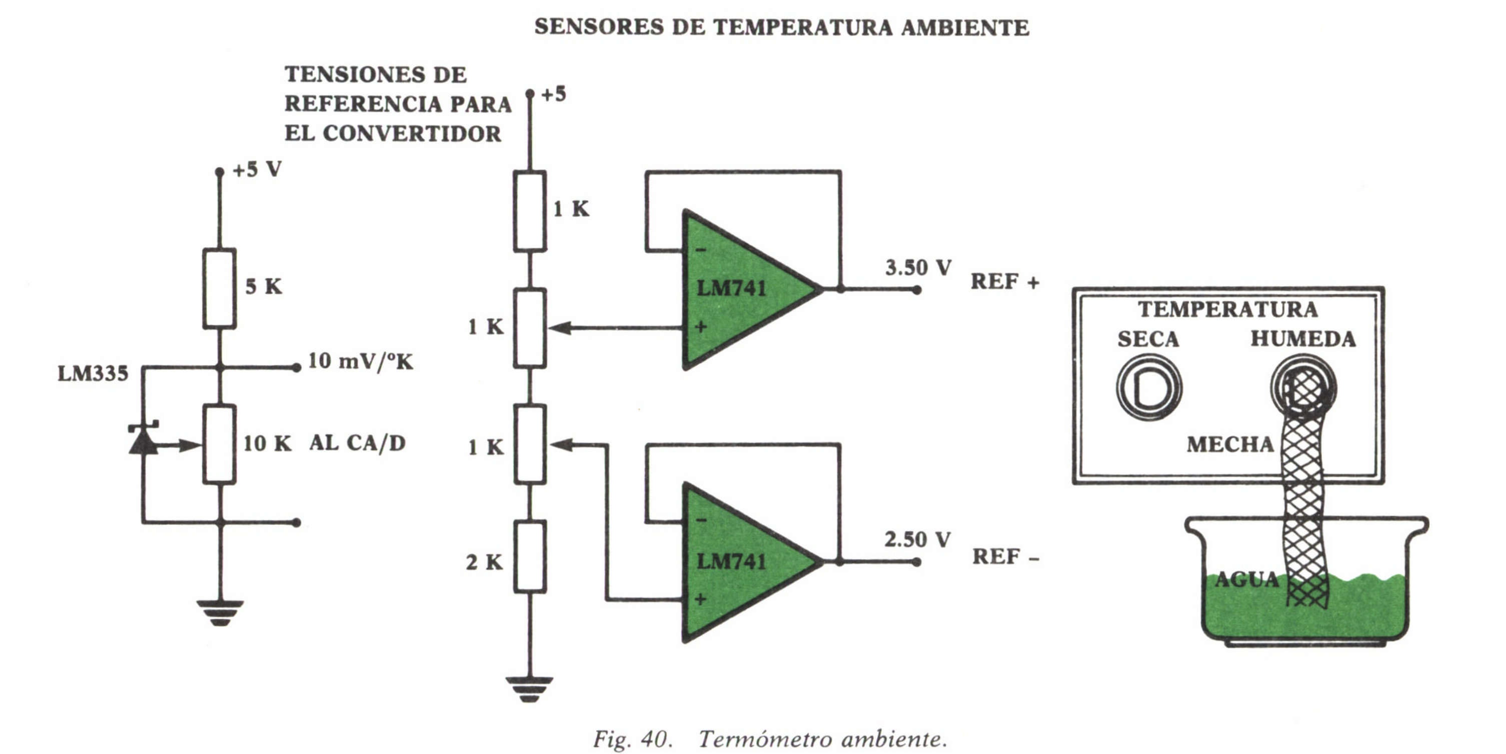


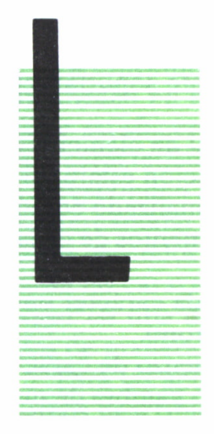
Fig. 40. Termómetro ambiente.

```
10 ' TERMO
20 ' PROGRAMA EJEMPLO ENTRADAS ANALOGICAS
30 ' UTILIZANDO EL CONVERSOR ADC0808 CON LA TARJETA
40 ' DEL ADAPTADOR DE JUEGOS DEL IBM-PC
50 DIM TABLA(9,6),VT(9),VDELTA(6)
60 SALIDA=&H203: DATOS=&H203
70 CANAL1=&H1: CANAL2=&H2
80 TMAX=40: TMIN=0: 'EN GRADOS CENTIGRADOS
90 LMAX=255: LMIN=0: 'EN VALOR DE LECTURA
100 ' AJUSTAR REFERENCIAS PARA VALORES EXTREMOS
110 ESCALA=(TMAX-TMIN)/(LMAX-LMIN):' GRADOS POR VALOR
    DE LECTURA
120 GOSUB 450:' RELLENA TABLA PSICOMETRICA
130 OUT SALIDA,CANAL1: 'DIRECCION Y ACTIVA CONVERSION
140 ' ESPERA 100 MICROSEGUNDOS
150 TSECA=ESCALA*(INP(DATOS)-LMIN):' TEMPERATURA SECA
160 OUT SALIDA,CANAL2: 'DIRECCION Y ACTIVA CONVERSION
170 ' ESPERA 100 MICROSEGUNDOS
180 THUMEDA=ESCALA*(INP(DATOS)-LMIN):'TEMPERATURA HUMEDA
190 ' CAMBIA DE ESCALA Y SACA TEMPERATURA
200 PRINT "TSECA=";TSECA;"    THUMEDA=";THUMEDA
210 ' CALCULA HUMEDAD RELATIVA EN TABLA PSICOMETRICA
220 TSECA=25: THUMEDA=18:' DE TEST SIN SENSORES
230 DELTA=TSECA-THUMEDA
240 IF TSECA<0 THEN TSECA=0
250 IF TSECA>40 THEN TSECA=40
260 IF DELTA>10 THEN DELTA=10
270 IA=1+(TSECA-5)
280 JA=1+(DELTA-2)
290 PRINT "HSUB=";TABLA(IA,JA)
300 PRINT "TEMPERATURA SECA=";TSECA
310 PRINT "TEMPERATURA HUMEDA=";THUMEDA
320 GOSUB 350:' INTERPOLA
330 PRINT "HUMEDAD RELATIVA=";HUMEDADR;"%"
340 END
350 ' CALCULA VALOR APROXIMADO, INTERPOLANDO
360 X=DELTA: Y=TSECA
370 A=TABLA(IA,JA): XA=VDELTA(JA): YA=VT(IA)
380 B=TABLA(IA,JA+1): XB=VDELTA(JA+1)
390 C=TABLA(IA+1,JA): XC=VDELTA(JA): YC=VT(IA+1)
400 D=TABLA(IA+1,JA+1): XD=VDELTA(JA+1)
410 Z1=A+(B-A)*(X-XA)/(XB-XA)
420 Z2=C+(D-C)*(X-XC)/(XD-XC)
430 HUMEDADR=Z1+(Z2-Z1)*(Y-YA)/(YC-YA)
440 RETURN
450 ' RELLENA TABLA PSICOMETRICA
460 FOR J=1 TO 6: READ VDELTA(J): NEXT J
470 PRINT
```

```
480 FOR I=1 TO 9
490  READ VT(I)
500  TABLA (I,1)=100
510  FOR J=2 TO 6
520   READ TABLA(I,J)
530  NEXT J
540 NEXT I
550 RETURN
560 ' TABLA PSICOMETRICA DE 0-40 GRADOS Y DELTAS 0-10
570 DATA 0,2,4,6,8,10
580 DATA 0,64,35,15,1.5,.5
590 DATA 5,68,38,15,2,1
600 DATA 10,74,50,27,5,2
610 DATA 15,78,57,39,21,5
620 DATA 20,82,63,48,32,18
630 DATA 25,83,68,54,41,28
640 DATA 30,85,72,58,47,36
650 DATA 35,87,74,63,52,42
660 DATA 40,88,77,66,56,46
```

Programa TERMO para IBM-PC.

COMUNICACIONES 7



A conexión de muchos periféricos ya existentes al OP podemos englobarla dentro de las conexiones entre máquinas inteligentes. La complejidad del problema en general ha hecho que sea en este área donde más han trabajado los organismos internacionales para facilitar el desarrollo de la tecnología mediante la normalización de las conexiones entre máquinas de diferentes fabricantes. Podemos distinguir dos formas de conexión básicas: en serie y en paralelo.



CONEXIONES EN SERIE

Una forma muy extendida de conexión de periféricos es mediante circuitos en serie. Para velocidades de transferencia no muy altas puede simplificarse el número de hilos a emplear si se utiliza información codificada en forma serie. Hay número muy elevado de dispositivos que pueden conectarse de forma serie asíncrona a cualquier ordenador personal y que con pequeñas adaptaciones de programación pueden integrarse dentro de cualquier aplicación. Es por esta razón muy interesante disponer de conexión serie asíncrona en todo ordenador personal y de hecho la mayoría de los que actualmente se comercializan disponen de esta conexión de forma estándar o como opción.

Se describirán los rasgos generales de las interconexiones en serie más usuales y se presentará una aplicación de conexión entre dos ordenadores personales, a través de un puerto serie para diferentes tipos de aplicación: Utilización de terminal de entrada de datos, transferencia de ficheros, comunicaciones, un ordenador como periférico del otro, etc.



Normas de interconexión

Para hacer posible la interconexión de periféricos, independientemente de fabricante del ordenador, se han extendido como normas de hecho las recomendaciones dadas por organismos internacionales (EIA, CCITT, ISO). Estas recomendaciones y normas especifican las características mecánicas, eléctricas y de procedimiento para hacer compatibles los equipos. La divulgación del empleo de las normas ha originado que numerosos fabricantes ofrezcan soluciones competitivas para cada parte de la conexión: circuitos integrados para la interfaz y para la manipulación de la señal física, conectores, cables y hasta programas que directamente soportan el nivel correspondiente de la conexión.

La conexión serie implica el encadenamiento secuencial de elementos de señal descriptivos de la información a enviar. La información estará inicialmente codificada, generalmente en código también normalizado como el ASCII o el EBCDIC. La transmisión en serie envía los elementos de cada código secuencialmente en orden determinado.

La sincronización en la transmisión, para identificar cada carácter enviado puede realizarse con dos métodos : asíncrono y síncrono.

El método asíncrono utiliza como identificador de comienzo de carácter un cambio de nivel y como finalización del carácter otro cambio de nivel.

Los símbolos utilizados para indicación de principio y fin tienen la duración igual a la de los elementos de información, identificando la existencia de un carácter por el instante de aparición, a partir del reposo. La línea en reposo se mantiene a un nivel correspondiente al estado 1. El comienzo de carácter se indica por un cambio a nivel 0, enviándose a continuación los símbolos del carácter correspondiente. Después del último bit se envía el símbolo de reposo, de duración 1, 1 1/2 o 2 bits. La recuperación de la información en el equipo receptor se efectúa activando un oscilador local al llegar el bit de comienzo y muestreando con periodo igual al correspondiente a un bit, guardando en un registro de desplazamiento el valor muestreado. El muestreo del bit de final deberá dar siempre el mismo nivel, por lo que puede utilizarse como detección de carácter con formato inválido.

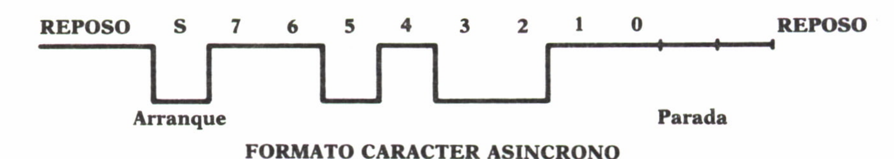


Fig. 41. Formato Asíncrono.

Los circuitos empleados en los adaptadores usuales incluyen además otras funciones programables como: número de bits por cada carácter, número de bits de fin, generación y detección de paridad, etc.

El método síncrono utiliza sincronización por bloque en lugar de hacerlo por cada carácter. Los caracteres de información van precedidos de algunos caracteres de sincronización para el bloque, que permitirán poner en fase el oscilador del equipo receptor, tanto de bit como de carácter, para así recuperar la información enviada.

El método síncrono es más eficiente, por utilizar menos símbolos para la sincronización que el método asíncrono que emplea un bit de comienzo y otro de fin de carácter.

La especificación de todas las características propias de la transmisión se dividen en niveles, para distinguir el diferente rango de funciones que debe satisfacerse. Corresponden al Nivel 1 o Nivel Físico la definición de las características eléctricas, mecánicas y funcionales de las señales. Corresponden al Nivel 2 o Nivel de Enlace la definición de los caracteres a intercambiar para mantener la conexión entre los equipos. Los demás niveles definidos en la propuesta de ISO para los Sistemas Abiertos especifican las características para permitir la interconexión de equipos para trabajar en una determinada aplicación utilizando medios públicos y privados de manera concurrente.

Para las aplicaciones relacionadas con ordenadores personales que estamos describiendo solamente se necesita tener en cuenta los dos primeros niveles por lo que se describirá uno de los de uso más común para Nivel 1 y un ejemplo de aplicación para Nivel 2. Los niveles superiores son realmente necesarios para el caso de emulación de terminal o de mantenimiento de un protocolo específico con el periférico.



CONFIGURACIONES DE CONEXION

En la comunicación serie entre equipos pueden considerarse tres modos según las posibilidades de los equipos y la línea de conexión.

- Simplex, es la conexión con comunicación en un solo sentido, como por ejemplo la impresora.
- Semiduplex, si la comunicación puede realizarse en ambos sentidos, pero no simultáneamente. La limitación puede ser causada por el medio de comunicación, por ejemplo la transmisión a dos hilos con modem de una sola portadora.
- Duplex, si la comunicación puede hacerse simultáneamente entre las dos estaciones. Puede realizarse con línea de cuatro hilos o con modem de doble portadora.

Según las necesidades físicas de conexión de uno o más equipos entre si es posible realizar las conexiones de diferentes maneras:

• Punto-punto. Permite la conexión de dos equipos, generalmente de igual nivel de jerarquía. La comunicación se establece por envío de petición o directamente según que el medio sea semiduplex o full-duplex.

• Línea conmutada. La conexión se establece a través de la red telefónica mediante llamada manual o automática. Una vez establecido el canal físico la comunicación prosigue como en el caso punto-punto, hasta que se cuelga la línea, con lo que deshace la conexión.

• Multipunto con una estación central. La comunicación es posible entre la unidad central y cualquiera de las demás estaciones. Periódicamente la estación central sondea a los demás equipos sobre su necesidad de comunicar. Si la respuesta es positiva se establece una comunicación durante el tiempo de un mensaje entre las dos estaciones como si fuera punto-punto.

• Red en estrella. Es un tipo de conexión parecida a la conexión multipunto en la que hay un puerto de control para cada enlace, por lo que pueden realizarse comunicaciones simultáneas entre varias estaciones y la estación central.

• Red en malla. Pueden existir conexiones entre todas las estaciones entre si con lo que se forma una verdadera red. Es la estructura usada por las redes actuales de área amplia, tanto públicas como privadas.

• Red en anillo. La conexión se establece entre cada dos estaciones. La comunicación entre dos estaciones cualesquiera requiere el paso de los mensajes por las estaciones intermedias. Es empleada en redes de área local.

• Red en bus o multipunto. La conexión se hace desde cualquiera de las estaciones a un canal serie común, siendo todas las estaciones de rango equivalente en cuanto a la utilización del medio. Se emplea también en redes de área local.



Protocolos de control de línea.

El intercambio de comunicación entre estaciones debe hacerse de forma ordenada de acuerdo con una secuencia predefinida para cada tipo de mensaje. El conjunto de especificaciones que indican la secuencia que debe mantenerse es lo que se denomina protocolo de control de línea. Para cada configuración y cada método de codificación de la información puede establecerse un protocolo diferente o variante de uno dado.

Se distingue en los protocolos dos fases de la comunicación: La fase de establecimiento de enlace, en la cual se trata de poner de acuerdo a las estaciones que van a intercambiar información y la fase de transferencia de

datos, durante la cual se intercambia información y se lleva el control de errores y sincronización.

Aspectos importantes en la fase de conexión son:

- Determinar disponibilidad de la estación receptora
- Determinar el camino de conexión

Aspectos importantes en la fase de intercambio:

- Configuración del bloque: cabecera, texto, control de error
- Mantenimiento de la transparencia de la comunicación
- Control y recuperación de los errores, normalmente se realiza evaluando un código mediante operaciones sobre los datos enviados o recibidos, que se adjunta al mensaje y se comprueba mediante la misma operación que no ha habido alteraciones durante la transmisión. Según el tipo de comunicación podrá pedirse la retransmisión de un bloque o se tratará de recuperar la información original, si el código empleado tiene posibilidad de detección y corrección.
- Verificar la secuencia de transmisión de bloques.

Se describen sucintamente las características fundamentales de los protocolos más usuales. Es de hacer notar que en las comunicaciones serie asíncronas actuales no hay un nivel de estandarización equivalente al alcanzado en los otros métodos, siendo en la mayoría de los casos específicos con las variantes que se indican

Asíncrona

— XON/XOFF. Utilizado en comunicación Duplex, permite el control de las situaciones de saturación de las memorias intermedias del dispositivo receptor. Las estaciones envían mensajes por su canal de transmisión. Cesan la transmisión al recibir el carácter XOFF y la reanudan al recibir XON.

— RTS/CTS o DTR. Utilizado en comunicación sin intermedio de modem, a cinco hilos, para controlar el flujo por parte de la estación receptora. Para que se establezca la comunicación el receptor activa su RTS. El transmisor consulta el estado del receptor antes de transmitir.

— ENQ/ACK. Protocolos orientados a utilización de medios semiduplex, en los cuales la estación que desea transmitir solicita la línea mediante el envío del carácter ENQ. Si recibe como contestación ACK comienza su transmisión, si recibe NAK, reintenta un número determinado de veces. Utilizan caracteres de control con significado definido en el juego de caracteres ASCII. El protocolo incluye tiempos de espera para el reintento ante la falta de contestación.

— Multipunto con estación de control. Utilizado en conexión en paralelo a una línea semiduplex de varios terminales. Requiere que la unidad central explore la necesidad de comunicación de cada terminal periódica-

mente. El mensaje de sondeo incluye tras el ENQ el identificador de estación. La estación direccionada contesta afirmativamente si tiene algo que transmitir y negativamente si no lo tiene. La transmisión continua con el mensaje.

Síncronas

Aunque son utilizadas para conexión de periféricos y equipos de comunicaciones para OP como por ejemplo en la emulación de terminales, no es fácil la realización de un proyecto al alcance de un usuario final por lo que se citan a efectos ilustrativos los dos más comunes protocolos síncronos y que se utilizan en el caso del IBM-PC para conectar como terminal emulando diferentes configuraciones.

** BSC - Binary Synchronous Communications*

Tiene su origen en la realización de IBM de un primer protocolo síncrono con intención de permitir la conexión de diferentes terminales y ordenadores de forma más eficiente que con protocolos asíncronos. Es similar a otro protocolo síncronos de ANSI como el DLC. El código utilizado puede ser ASCII o EBCDIC.

Es posible la comunicación con configuraciones punto-punto y multipunto con funcionamiento semiduplex, aunque ha llegado a emplearse en modo duplex. El elemento de información básico es el bloque, que puede ser de longitud variable.

El formato del bloque es:

SYNC-SOH-Cabecera-STX-Datos-ETX-CRC

El protocolo especifica las secuencias de conexión y transferencia, indicando el formato de los caracteres de control y de mensaje. En la figura puede verse los caracteres intercambiados en cada fase. Se emplea normalmente una denominación propia para cada carácter de control con el significado que se indica:

— SYN - Carácter de sincronización. Se transmite siempre que no hay información que transmitir o delante de un bloque. Sirve para poner en sincronismo el reloj local. Si el bloque es largo hay que incluir SYN por lo menos cada 2 segundos.

— SOH - Comienzo de cabecera. Si existe una parte diferenciada del bloque que se utiliza para identificación.

— STX - Comienzo de texto

— ETX - Fin de texto

— ETB - Fin de bloque. Se emplea para mensajes largos, pues el cálculo del codigo de control de error se activa con ETX y se para con ETX o ETB. Los caracteres que le siguen son el código de control de error.

— ENQ - Petición de respuesta a la estación contraria. Se utiliza en la fase de conexión, para saber si está preparada.

— ACK - Respuesta afirmativa a la conexión o a la recepción de un bloque Puede llevar un identificador de secuencia alternativo, siendo entonces ACK0 o ACK1.

— NACK - Respuesta negativa.

— EOT - Fin de la transmisión. Deja la línea en modo reposo.

— DLE - Activación de escape. Permite establecer un modo de comunicación especial en el cual se interpretan de modo diferente las configuraciones de bit que coincidan con caracteres de control. Permite definir acciones especiales definidas por el usuario. Normalmente se emplea para activar la transparencia. Para esta situación a cada código que la unidad de control detecta como de control se le precede de un DLE, que será eliminado en la unidad de control receptora. Se procede así hasta la llegada de fin de texto.

— ITB - Fin temporal de texto o cabecera

— WACK - Respuesta afirmativa pero con indicación de espera temporal

— RVI - Petición de inversión del sentido de la comunicación

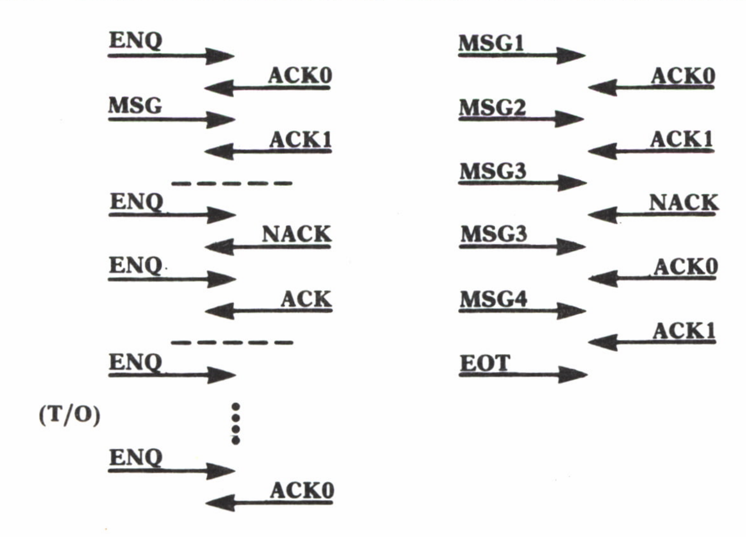


Fig. 42. BCS. Secuencias típicas.

Como comentario sobre este protocolo puede decirse que resulta bastante ineficiente, al requerir inversión de la comunicación para confirmar la aceptación de un bloque y por el método empleado para garantizar la transparencia. Aunque ha sido muy usado, está siendo desplazado actualmente por el HDLC. Es poco frecuente encontrar dispositivos que se conecten a OP utilizando esta técnica, salvo emulación de terminales.

* *HDLC - High-level Data Link Control*

La elaboración de protocolos eficientes de comunicación para el desarrollo de redes públicas y privadas de área amplia ha conducido hacia la convergencia de soluciones de varios organismos hacia un protocolo único normalizado o mejor dicho una familia de protocolos, coherentes que puedan adaptarse a la mayoría de las necesidades del mercado.

Es posible la utilización de diferentes configuraciones de conexión : punto-punto, multipunto y bucle. En cualquier caso la conexión ha de establecer una de las unidades como primaria, que será la encargada de controlar el acceso de las demás. Puede utilizarse conexión simplex, semiduplex o duplex.

Formato de la trama:

Flag-Dirección-Control-Datos-CRC-Flag

El protocolo establece como elemento básico de información la trama que posee un estructura de campos fija aunque de longitud variable. La separación entre tramas es el campo F o bandera que posee la configuración binaria 01111110. Esta configuración es tratada por la circuitería de las unidades de control de forma especial. Cada vez que se producen cinco bits 1 seguidos, la unidad de control inserta un cero en transmisión y cuando lo detecta en recepción elimina el bit que le siga. Con esto se consigue la transparencia intrínseca del protocolo. El campo de dirección indica el destino de la trama. El campo de control indica el tipo de trama que puede ser : de información, de supervisión, o secuencias no numeradas. También lleva información de número de secuencia enviado y de la trama a la que confirma aceptación. El bit P/F indica de la primaria a la secundaria que se pide respuesta y de la secundaria a la primaria que la trama enviada es la última de su secuencia.

Las tramas de supervisión establecen las condiciones de la comunicación y las indicaciones de estado (Receptor preparado, Receptor no preparado, Rechazo de una trama).

Se definen dos modos de relación primaria/secundaria:

— NMR - Modo de respuesta normal establece que la secundaria sólo podrá comenzar una transmisión previa autorización de la primaria

— ARM - Modo de respuesta asíncrono en el que la secundaria puede comenzar la transmisión sin recibir orden de la primaria.

Los parámetros de definición concreta de las funciones de intercambio de mensajes permiten definir familias de protocolos optimizados para diferentes situaciones.

Existen circuitos integrados que implementan todas las funciones requeridas para la comunicación utilizando protocolo HDLC como el Intel 8273.



ESPECIFICACIONES DE NIVEL FISICO

Para los posibles casos de conexión a periféricos existentes interesa concretar las especificaciones existentes para enlace de equipos de comunicación de datos (DCE) y equipo terminal de datos (DTE) o de dos de éstos sin equipo intermedio.



RS-232-C, V24

Las especificaciones de RS-232-C del EIA y las de V-24 de CCITT coinciden prácticamente en todos sus valores, por lo que es común considerarlos como idénticos. Es conveniente, sin embargo, aclarar que ambas especifican las características mecánicas de la conexión : tipo de conector, asignación de señales a cada pin del conector. Las características eléctricas son especificadas por la recomendación V-28 del CCITT, estando incluidas en la RS-232-C del EIA.

Los circuitos especificados por estas recomendaciones y que son de interés para la conexión de DTE a un DCE y para nuestro caso son:

Pin 1 - Circuito 101 - Tierra de protección
Pin 2 - Circuito 103 - TXD - Dato transmitido
Pin 3 - Circuito 104 - RXD - Dato recibido
Pin 4 - Circuito 105 - RTS - Petición de envío
Pin 5 - Circuito 106 - CTS - Preparado para transmisión
Pin 6 - Circuito 107 - DSR - Equipo de comunicaciones preparado
Pin 7 - Circuito 102 - GND - Retorno común
Pin 8 - Circuito 108 - DCD - Detección de portadora de línea
Pin 20 - Circuito 108 - DTR - Terminal de datos preparado
Pin 22 - Circuito 122 - RI - Indicador de llamada

Las denominaciones de las señales son para el equipo terminal de datos, que se supone está conectado a un equipo de comunicaciones (MODEM).

Para comunicación local con otro ordenador o equipo sin intermedio de Modem puede utilizarse cualquiera de las formas de la figura a 3, 5 o 7 hilos. El programa en cada uno de los equipos deberá tener en cuenta la conexión exacta para contemplar los casos de error, pues las señales de control y señalización de la interfaz están diseñadas para que se activen como alarmas en cuanto se detecte una alteración. Los errores son por ejemplo del tipo de pérdida de señal en la línea, desconexión o avería en el modem, situación de congestión en el otro extremo.

CONEXION DE ESTACIONES DIRECTAMENTE

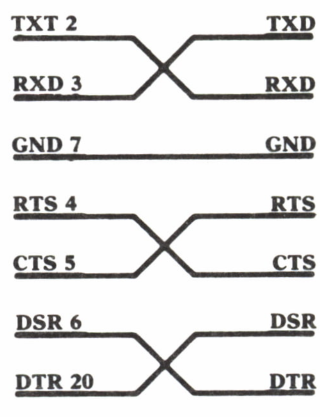


Fig. 43. Conexiones V24.

Las características mecánicas del conector establecen como norma el conector de 25 pines tipo D de Cannon como el normal, siendo de pines macho para el lado del terminal y pines hembra para el lado del equipo de transmisión. Para conexiones locales, deberá utilizarse un cable especial para realizar los cambios como los indicados en la figura.

Las características eléctricas de las señales en la interfaz especifican circuitos no balanceados con niveles comprendidos en +/–25 Voltios de acuerdo con el siguiente convenio : <–3 Voltios es nivel 1, >+3 Voltios es nivel 0. Los niveles comprendidos entre –3 y +3 son considerados como no válidos, por lo que los circuitos de detección de avería se activan al desconectarse cualquiera de los hilos de señal y quedarse al aire. Los equipos utilizan normalmente tensiones de +/–12 Voltios. Se especifica también la velocidad máxima de las transiciones, limitándose a 30 Voltios/microsegundo. Esta limitación implica velocidades de transmisión inferiores a 20 Kbps y conexiones a corta distancia (< 12 metros). Para conexiones a corta distancia la velocidad puede aumentarse hasta unos 100 Kbps.

También se especifica la impedancia máxima y minima presentada por los circuitos emisor y receptor, para impedir que cualquier cortocircuito averíe la interfaz. El circuito receptor debe presentar una impedancia de entrada superior a 4 Kiloohms, mientras el circuito emisor debe presentar una impedancia de salida no inferior a 400 ohms. Hay circuitos integrados que permiten realizar la interfaz en un solo chip: Para TTL-RS232 el 1488 y para la inversa el 1489.

Las limitaciones anteriores han originado nuevas normas a medida que la tecnología lo ha permitido. Estas nuevas normas tienden a sustituir a las anteriores. Es de hacer notar que la norma RS-423 es compatible con la RS-232-C pero permite mayores velocidades y distancias.



RS-422, V11

Especifica conexiones a larga distancia con circuitos balanceados. Quiere decir que ninguno de los hilos que transporta la señal es el de referencia o tierra. La corriente en cada uno de los hilos es complementaria por lo que el conjunto genera menos ruido y es menos sensible al de los otros circuitos. Permite velocidades de hasta 10 Mbps. Los circuitos integrados que satisfacen esta recomendación son por ejemplo: DS3691, DS3487.



RS-423, V10

Especifica línea no balanceada en transmisor y si en receptor, para velocidades de hasta 20 Kbps. Es una mejora del RS232 y compatible con ella.



Bucle de corriente de 20 miliamperios

Se codifica nivel 1 con corriente de 20 mA y nivel 0 con corriente nula. Se realiza normalmente la conversión corriente-tensión en el lado receptor con fotoacoplador. Muy difundida, pues permite distancias mayores que la conexión de tensión. Utilizada antiguamente por los teletipos con circuitos de relés para aislamiento.



TTL

Deben usarse circuitos transmisores y receptores con histéresis y líneas con adaptación de impedancias, como se indica en la figura.

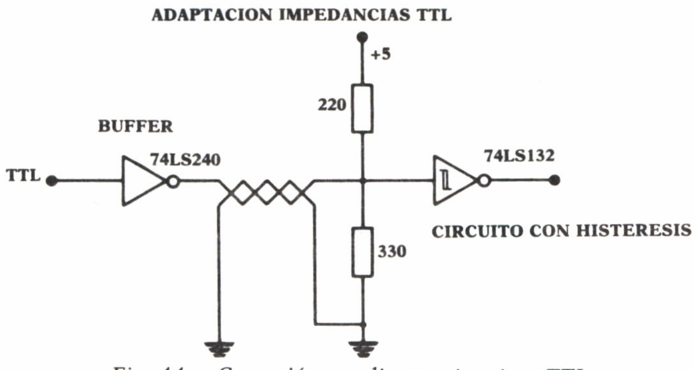


Fig. 44. Conexión mediante circuitos TTL.

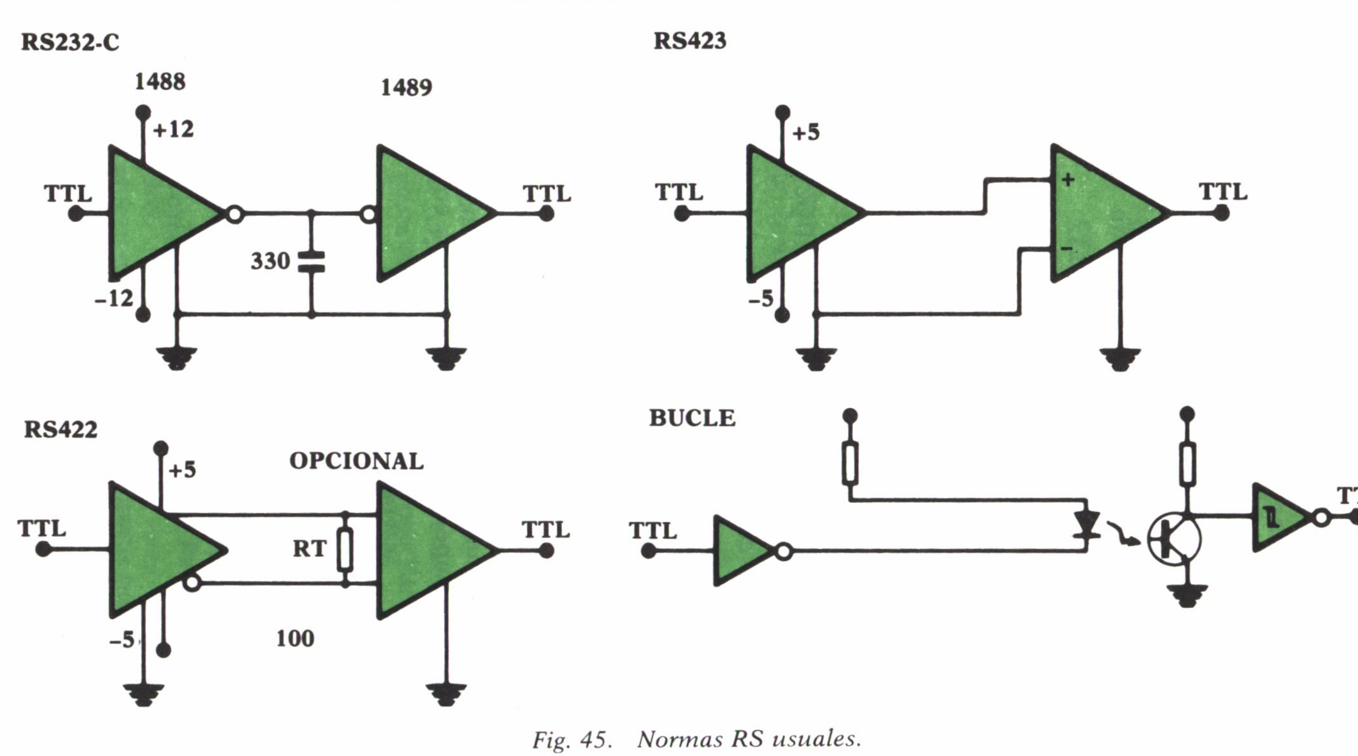


Fig. 45. Normas RS usuales.

Tipo	Nivel 0	Nivel 1	Velocidad	CIRCUITOS	
				Driver	Receiver
TTL	0<N<0,8 V	2<N<5 V	10 Mbps	74LS38	74LS132 74LS14
RS232 C	25>N>3 V	-25<N<-3 V	20 Kbps	1488 75150	1489 75154
RS422	Diferencial +2 a 6 V	-2 a -6 V	10 Mbps	DS3691 75172 75174	75173 75175
RS423	6>N>0,2 V	-6<N<-0,2 V	100 Kbps	DS3691 75172 75174	75173 75175
BUCLE	0 mA	20 mA	20 Kbps	7438	4N33

Fig. 46. Tabla de circuitos de interfaz.



APLICACIONES

Para los ordenadores personales que utilizamos como ejemplo existen tarjetas que permiten la conexión serie asíncrona y síncrona, junto con los programas de soporte necesarios. Vamos a describir dos soluciones con ejemplos de aplicación.



Ejemplo de aplicación IBM-PC

La tarjeta de Adaptador asíncrono utiliza un circuito integrado INS8250 que posee todas las funciones necesarias para la comunicación serie. Incluye además : oscilador para la frecuencia de transmisión, circuitos de decodificación, selector de dirección y número de IRQ utilizada. El tipo de interfaz puede seleccionarse entre RS-232-C o bucle de corriente, mediante un bloque de 4 puentes.

El circuito INS8250 permite la programación de velocidad, número de bits de parada y generación de paridad. Además posee la función de bucle interno para poder verificar el funcionamiento de sus circuitos internos.

La interfaz de programación puede realizarse por exploración del bit de registros ocupados o mediante interrupción, que producirá cada vez que la condición programada se produzca.

Ejemplo 1.—Conexión a un plotter serie.

Un periférico de uso común es un trazador gráfico o 'plotter'. La mayoría de los disponibles en el mercado poseen una cierta 'inteligencia' permitiendo el uso de funciones locales que simplifican el esfuerzo de pro-

gramación para la generación de rótulos, circunferencias, cambios de escala, cambio de tipo de trazo, cambio de color, etc.

Se muestra la conexión a un trazador gráfico tipo IBM 7372 así como un programa sencillo de aplicación. En el ejemplo se observará la utilización de dos niveles de lenguajes de comunicación : el propio de la conexión serie y el de descripción de las funciones propias del diseño gráfico.

CABLE CONEXION PLOTTER

PC

TXT 2 — 3 RXD
RXD 3 — 2 TXT
GND 7 — 7 GND
DSR 6
CTS 5 — 20 DTR
GND 1 — 1 GND

PLOTTER

Fig. 47. Conexión Plotter a tarjeta asíncrona.

Lenguaje IBM-GL

El lenguaje de comunicación con el trazador gráfico posee un gran repertorio de funciones disponibles. Agrupándolas en los diferentes necesidades podemos distinguir:

- Inicialización (IN, VS).
- Selección de pluma, tipo de trazo (SP, LT, PT, PD, PU).
- Selección de escala (SC).
- Trazado de rectas (PA, PR).
- Trazado de circunferencias (CI, AA, AR).
- Relleno de áreas (FT, RA, RR, WG).
- Trazado de rótulos (LB, XT, YT, SM, CS, CA, SS, SA, DT, DI, DR, SI).
- Selección de ventana (IW, OW, OH).
- Operaciones de entrada de coordenadas (IP, OP, DP, DC).

Se muestra un ejemplo de aplicación en el que puede distinguirse el lenguaje usado para comunicación del empleado para selecionar las funciones de dibujo.

```
10 ' PLOT
20 ' PROGRAMA DE TEST DE PLOTTER IBM-7372
30 ' PARA IBM-PC CON INTERFAZ ASINCRONA
40 '
50 OPEN "COM1:9600,S,7,1,RS,CS65535,DS,CD" AS -1
60 PRINT -1,"IN;SP1;PA900,900;": ' INICIALIZA
70 PRINT -1,"LBTEST DE PLOTTER"+CHR$(3)
80 X1=1000:Y1=1000:X2=5000:Y2=5000
90 PRINT -1,"SP2;"
100 FOR I=1 TO 5
110 X1=X1+100*I:Y1=Y1+100*I:X2=X2/I:Y2=Y2/I
120 PRINT X1,Y1,"  ",X2,Y2
130 PRINT -1,"PA";X1;Y1
140 PRINT -1,"PD";X1;Y2;X2;Y2;X2;Y1;X1;Y1;"PU"
150 NEXT I
160 END
```

Programa PLOT.

Ejemplo 2.—Conexión a otro ordenador personal

El interés primordial de la conexión en serie descrita está en que permite la utilización conjunta de las funciones de más de un equipo con cierto grado de inteligencia para la obtención de resultado no alcanzable con cualquiera de ellos por separado. Mediante este tipo de conexiones podemos dedicar un pequeño ordenador a funciones de adquisición de datos, mientras el otro ordenador realiza otras funciones, comunicándose solamente cuando sea necesario.

La emulación de cualquier tipo de terminal mediante funciones programadas es otra de las posibilidades de sumo interés, pues permite descentralizar todas aquellas funciones que con la inteligencia local del ordenador personal pueden realizarse de forma más eficiente que utilizando el ordenador central. Solamente cuando sea necesario, se conectará el ordenador personal en modo emulación para realizar consultas, enviar y recibir mensajes o realizar transferencias de ficheros.

Los programas de emulación de un tipo concreto de terminal son productos de bajo coste disponibles fácilmente en el mercado. Se describe a continuación un ejemplo de aplicación de emulación sencilla que permite la comunicación entre dos IBM-PC, para el intercambio de mensajes.

```
10 ' TERMINAL
20 ' PROGRAMA DE COMUNICACION ASINCRONA CON OTRO ORDENADOR
30 ' LO TECLEADO APARECERA EN EL OTRO ORDENADOR
40 ' Y LO TECLEADO EN EL OTRO ORDENADOR APARECERA
```

```
50 ' EN LA ZONA DE MENSAJES
60 ' LA COMUNICACION ES SIMULTANEA.
70 ' CABLEADO DE CONEXION A TRES HILOS
80 CR$=CHR$(13)
90 CLS : KEY OFF
100 PRINT "COMUNICACION CON OTRO ORDENADOR"
110 LOCATE 3,1:PRINT "TRANSMITIDO"
120 LOCATE 14,1:PRINT "RECIBIDO"
130 LINEAT=4 : LINEAR=16
140 ' COMUNICACION MEDIANTE INTERRUPCION
150 ON COM(1) GOSUB 230
160 OPEN "COM1:9600,E,7,1,LF" AS #1
170 COM(1) ON
180 N=0: M=0
190 PRINT #1,"COMIENZO DE LA TRANSMISION ..."
200 LOCATE 4,1:PRINT "_";
210 T$=INKEY$
220 IF T$="" THEN 210 ELSE N=N+1
230 LOCATE LINEAT,N
240 PRINT T$;"_";
250 PRINT (#1,T$);
260 IF T$=CR$ THEN LOCATE LINEAT,N:PRINT " ";:GOSUB 360:
    N=0
270 GOTO 210
280 ' LECTURA DE CARACTERES DESDE OTRO ORDENADOR O
    TERMINAL
290 D$=INPUT$(1,#1)
300 IF D$=CR$ THEN GOSUB 400: RETURN
310 M=M+1
320 LOCATE LINEAR,M
330 PRINT D$;
340 IF D$=CR$ THEN LINEAR=LINEAR+1
350 RETURN
360 ' INCREMENTO DE LINEA TRANSMITIDA
370 LINEAT=LINEAT+1
380 IF LINEAT>12 THEN LINEAT=4
390 RETURN
400 ' INCREMENTO DE LINEA RECIBIDA
410 LINEAR=LINEAR+1
420 IF LINEAR>24 THEN LINEAR=16
430 RETURN
```

Programa TERMINAL Para IBM-PC.

El ZX-Spectrum requiere para comunicar asíncronamente la Interface-1 o una tarjeta con estas posibilidades. La Interface-1 ofrece además otras posibilidades de conexión a LAN y Microdrives y una extensión de funciones de BASIC para soporte de todos los dispositivos.

```
10 REM COMSP
20 REM PROGRAMA DE SALIDA A IMPRESORA ASINCRONA
30 REM PARA SPECTRUM
40 REM CABLEADO DE CONEXION A TRES HILOS
50 PRINT "**** SALIDA POR IMPRESORA ****"
60 FORMAT "B";9600
70 OPEN #4;"B"
80 PRINT #4;"**** SALIDA POR IMPRESORA ****"
90 REM LISTADO DE NUMEROS Y ENVIO AL STREAM 4
100 FOR I=1 TO 100
110  PRINT #4;I
120 NEXT I
130 PRINT #4;"FIN DE LA IMPRESION"
140 CLOSE #4
150 END
```

Programa COMSP Spectrum.

Otros periféricos que se conectan mediante adaptador serie asíncrono y de gran difusión son: Impresoras de calidad, lector de bandas magnética, lector de barras, unidad de adquisición de datos, instrumento de laboratorio. Todos ellos ofrecen la posibilidad de programar los parámetros de la comunicación, el protocolo a utilizar y las funciones locales a realizar.



CONEXIONES EN PARALELO

Es posible la conexión de periféricos en modo paralelo utilizando los puertos descritos al principio. Existen sin embargo varios tipos de conexión utilizados en periféricos que es interesante considerar.



Conexión Centronics

Se emplea principalmente para conexión de impresoras pero es posible la conexión de cualquier otro dispositivo utilizando la circuitería y protocolo ideada para transferencias en paralelo propia de la impresora. Utiliza 8 hilos de datos, y tres básicos de control: Ocupado, aceptación y muestreo. En la figura se muestra la secuencia de señales necesaria para la transferencia. La comunicación es unidireccional.

La interfaz paralelo de impresora del IBM-PC implementa el protocolo Centronics, aunque posee otros hilos para aplicaciones complementarias.

El conector es de 25 pines de tipo especial de borde. La velocidad de transferencia es del orden de 1000 caracteres por segundo como máximo.

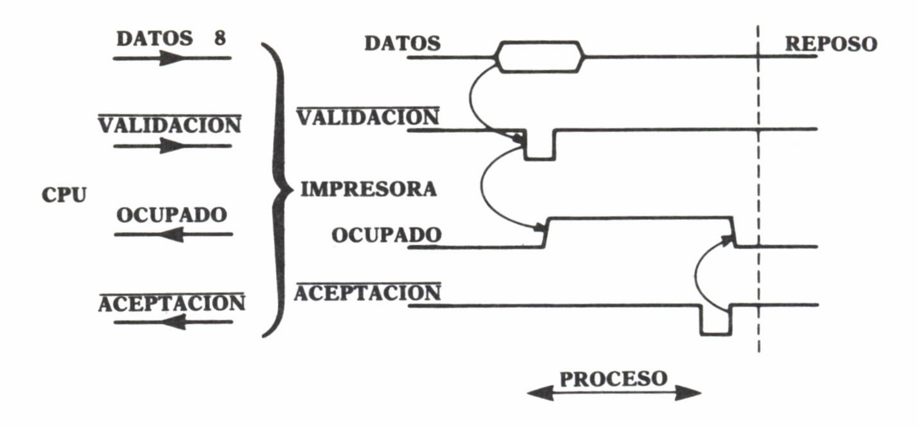


Fig. 48. Conexión tipo Centronics.



IEEE-488

Tiene su origen en el HP-IB diseñado por Hewlett-Packard para comunicar diferentes instrumentos de medida con un ordenador. Actualmente está muy difundido entre los equipos de instrumentos avanzados el disponer de forma estándar u opcional de la conexión IEEE-488. Requiere inteligencia en todos los equipos conectados a este bus. El protocolo de comunicación es muy complejo por lo que daremos solamente unas indicaciones de sus posibilidades. Existe un documento formal del IEEE que hace la descripción completa. La gran difusión ha permitido el desarrollo de circuitos integrados que implementan el protocolo fabricados por Intel, Motorola y Texas.

La conexión entre los periféricos es en forma de bus, pudiendo tener una distancia entre extremos de 20 metros. El medio físico es un cable plano de 24 hilos con conectores especialmente diseñados para tener un extremo macho y otro hembra. A la salida del controlador los diferentes equipos pueden conectarse en cascada del mismo conector. Las señales deben cumplir niveles compatibles con TTL: 0 a 0,8 es nivel bajo o 0 y >2V es nivel alto o 1. Todas las señales de control son activas en nivel bajo. Las señales poseen la siguiente denominación:

- DIO1-DIO8 — Bus de datos. Bidireccional.
- DAV — Dato disponible.
- NRFD — No preparado para datos.
- NDAC — Dato no aceptado.

• ATN — Atención.
• IFC — Limpiar la interfaz.
• SRQ — Petición de servicio.
• REN — Activar control remoto.
• EOI — Fin de identificación.

Las transferencias se realizan con protocolo asíncrono, pero por los tiempos mínimos asignados a las señales resulta una velocidad máxima de transferencia del orden de 1 Megabyte por segundo. En todo momento debe haber un controlador del bus, que puede ser cualquiera de los equipos conectados. Cada dispositivo está identificado mediante una dirección, que puede ser de 5 o 10 bits, según se use el modo normal o el extendido. Existe doble juego de direcciones para dos tipos de función existente : locutor u oyente (Talker, Lisener).

Los equipos pueden poseer diferentes posibilidades de operación, que deben ser definidas cuando se configura y que afectan a cómo se comportará en el seguimiento del protocolo. Podemos distinguir las siguientes posibilidades de operación:

• Controlador. Realiza las funciones de control del bus: autorización de peticiones de comunicación entre estaciones y envío de órdenes de activación y desactivación de dispositivos.

• Locutor. Tiene la posibilidad de transmitir información a otros dispositivos del bus, cuando le sea autorizado por el controlador.

• Oyente. Tiene la posibilidad de recibir mensajes del bus, cuando sea autorizado por el controlador.

Además existen otras funciones dentro del protocolo:

• Control sobre envío (SH). Es una función adicional a la de locutor y que capacita para controlar la recepción por parte de los oyente del mensaje transmitido.

• Control sobre recepción (AH). Capacita para el control de la señal de aceptación, para permitir la sincronización con el locutor.

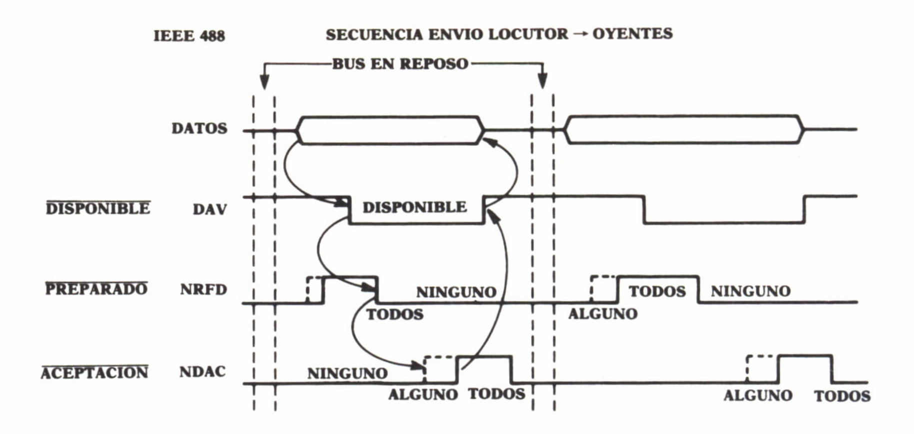
• Petición de servicio (SR). Capacita para solicitar el uso del bus.

La secuencia normal de comunicación puede representarse con la figura con la descripción siguiente:

Para solicitud de utilización del bus:

• El dispositivo que quiere comunicar, activa la señal SRQ

• El controlador busca el origen de la petición de dos formas posibles: En paralelo o en serie. En paralelo el controlador activa la señal IDY y de los 8 posibles dispositivos el que solicitó pone a cero su bit correspondiente en el bus de datos. El controlador detecta el más prioritario, inhibe a los demás y activa a los oyentes y al locutor de la solicitud. Al desactivar



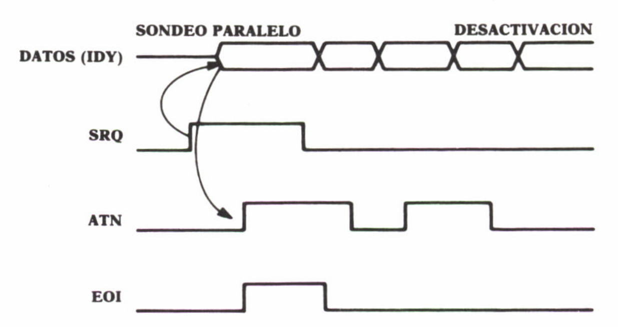


Fig. 49. HP-IB secuencia de intercambio

la señal ATN el locutor comienza la transmisión. En serie el controlador responde a la petición con la secuencia : UNL (Inhibir a los oyentes), SPE (comienzo de encuesta serie), MTAi (Dirección de locutor posible), STB (Estado del locutor encuestado). Cuando al responder uno de los locutores posibles indica en su estado que solicitó servicio, se acaba la encuesta con SPD. El locutor recibirá control para enviar lo que desee.

- Se pasa a fase de envio de caracteres.

Para envio de un carácter:

- El dispositivo locutor observa que el bus no está en uso
- Coloca la información en el bus.
- Activa la señal DAV (Dato disponible).
- Los oyentes activan su señal RFD, para indicar que no admiten más datos.
- Cuando han leído el octeto del bus, activan la señal DAC.
- Según el tipo de operación, el locutor observa DAC y al detectar que todos han aceptado, retira su señal DAV.

• Al detectarlo los oyentes reactivan su señal RFD, indicando que aceptan más datos. Solamente cuando todos los oyentes han aceptado, el locutor puede enviar el siguiente dato.

Para el IBM-PC existe una tarjeta para realizar conexiones IEEE-488 y el correspondiente programa de soporte de esta conexión desde cualquier lenguaje.

APENDICE



Se incluyen los apartados que pueden aclarar o ampliar conceptos tratados en las descripciones de los capítulos precedentes.



ZX-SPECTRUM

Descripción del conector exterior

El conector exterior es de tipo de borde de 28x2 contactos, con separación de décima de pulgada entre pistas, con la asignación de señales mostrada en la figura 8.50:

- CLK: Reloj de referencia desde la ULA. 3,5 MHz.
- A0-A15: Bus de direcciones.
- D0-D7: Bus de datos.
- -RESET: Entrada de inicialización directa.
- -INT: Entrada de interrupción externa. Va conectada directamente a la entrada de igual nombre de la CPU. Cuando llega una señal por esta entrada el programa que se estaba ejecutando se interrumpe y pasa a ejecutarse otro programa cuya dirección de partida se encuentra en el vector de interrupción externa. La dirección depende del modo que haya sido programado. Normalmente lo utiliza la ULA para producir una petición cada 20 milisegundos.
- -NMI: Entrada para interrupción no enmascarable. Se ejecuta el programa direccionado por el vector en posición X'66'.
- -HALT: Indicación de que la CPU ha ejecutado una instrucción de parada (Halt) y está a la espera de una interrupción para continuar.

	B	A
1	A14	A15
2	A12	A13
3	+5V	D7
4	+9V	NC
5	[	[
6	⊥	D0
7	⊥	D1
8	CLK	D2
9	A0	D6
10	A1	D5
11	A2	D3
12	A3	D4
13	-IORQGE	-INT
14	⊥	-NMI
15	VIDEO	-HALT
16	Y	-MREQ
17	V	-IOREQ
18	U	-RD
19	-BUSRQ	-WR
20	-RESET	-5V
21	A7	-WAIT
22	A6	+12
23	A5	+12 (nf)
24	A4	-M1
25	-ROMCS	-RFSH
26	-BUSACK	A8
27	A9	A10
28	A11	NC
	ABAJO	ARRIBA

Fig. 50. Conector exterior del Spectrum.

• -BUSRQ: Entrada para poder ganar acceso a los buses, controlados normalmente por la CPU. Permite el acceso a la memoria desde un dispositivo externo, en los peiodos no utilizados por la CPU.

• -BUSACK: Salida que da respuesta a la solicitud del bus realizada mediante BUSRQ.

• -MREQ: Indicación de que en el bus de direcciones hay una dirección válida.

• -IORQ: Indica cuándo hay una dirección de puerto válida en el bus de direcciones, para una instrucción de E/S. La parte alta contendrá el valor del registro A antes de la operación para las operaciones de direccionamiento directo. Para operaciones de direccionamiento indirecto la parte alta se obtiene del registro B y la baja del registro C.

• -IORQGE: Entrada de IRQ de la ULA.

- -RD: Indica si se va a leer de la memoria o de un dispositivo externo.
- -WR: Indica si se va a escribir en la memoria o en un dispositivo externo.
- -WAIT: Entrada para poder alargar el ciclo de acceso para dispositivos lentos.
- -ROMCS: Indica el acceso a la ROM. Si se fuerza la desactivación de la ROM interna, podría ejecutarse otro programa de control en otra ROM conectada al bus.
- -M1: Indica que el ciclo M1 de instrucción está en curso. Decodificación de instrucción.
- -RFSH: Indica la activación del ciclo de refresco.
- VIDEO: Salida de video compuesto, que puede ser utilizada para la conexión directa a un monitor de video.
- U,V,Y: Señales de generación de la salida de vídeo.
- +5 Voltios: Alimentación general de los circuitos. Regulada.
- -5 Voltios: Alimentación de la memoria dinámica. Regulada.
- +9 Voltios: Alimentación que viene directamente desde el transformador. No regulada.
- +12 Voltios (A): Alimentación producida internamente. Filtrada.
- +12 Voltios (B): La misma anterior antes del filtrado.
- 0 Voltios: Masa común de referencia. Tres líneas.
- Hay una posición de línea del conector, ranurada para forzar la inserción en la posición correcta. La inversión de la conexión de un circuito de prueba dañaría seguramente a los circuitos interiores.



Limitaciones de consumo

Aunque no hay valores oficiales de consumo admisible en las señales de alimentación, las medidas empíricas indican que para el modelo de 16 K pueden sacarse unos 250 miliamperios de la fuente de +5 voltios y unos 500 miliamperios de la de +9 voltios. Para el modelo de 48 K la corriente disponible de +5 voltios es inferior a 50 miliamperios por lo que en este caso se recomienda montar una fuente adicional, a menos que lo que se vaya a conectar sea de muy poco consumo como algunos conmutadores y LEDs.



Consideraciones adicionales

Para la conexión de otros dispositivos al ZX-Spectrum es necesario tener presente las limitaciones de las señales existentes en el conector de expansión:

- Número de puertas conectables a cada señal del bus.
- Consumo máximo de las fuentes de alimentación. Es recomendable alimentar con fuentes de alimentación adicionales los equipos conectados.
- También es conveniente aislar mediante relés o fotoacopladores siempre que existan señales de tensiones superiores a 5 voltios o que por su funcionamiento puedan producirlas.
- Respetar las asignaciones de bits de dirección para los diferentes periféricos existentes.
- Realizar todas las conexiones con la alimentación desconectada
- Verificar cuidadosamente las conexiones, evitando cortocircuitos entre pistas



IBM-PC

Descripción del conector de expansión

Es un conector de 31 x 2 contactos separados 1 décimo de pulgada con la asignación siguiente de contactos indicada en la figura 8.51:

- OSC: Oscilador fundamental del ordenador. 14,3 MHz. Todas las demás señales de temporización se derivan de ésta.
- CLK: Reloj de la CPU. Se obtiene por división de OSC. 4,77 MHz.
- RESET DRIVER: Se activa al arrancar el ordenador, o al detectar cualquier anomalía que afecte a las alimentaciones. Deberá emplearse para garantizar las condiciones iniciales de cualquier adaptador.
- A0-A19: Bus de direcciones.
- D0-D7: Bus de datos.
- ALE: Indica el momento en que la dirección existente en el bus es válida.
- AEN: Indica si el contenido del bus de dirección ha sido puesto por la CPU o por el controlador de DMA. En bajo indica puesto por la CPU.
- -IOCHCK: Indica a la CPU la existencia de error de paridad en un adaptador. Puede usarse para indicar cualquier otra anomalía. Esta conectada a NMI. Para que pueda producir interrupciones es necesario activar el bit X'80' en el puerto de control de dirección X'A0'.

	B	A
1	⊥	-I/O CH CK
2	RESET DRV	D0
3	+5V	D1
4	IRQ2	D2
5	-5V	D3
6	DRQ2	D4
7	-12V	D5
8		D6
9	+12V	D7
10	⊥	I/O CH RDY
11	-MEMW	AEN
12	-MEMR	A19
13	-IOW	A18
14	-IOR	A17
15	-DACK3	A16
16	DRQ3	A15
17	-DACK1	A14
18	DRQ1	A13
19	-DACK0	A12
20	CLK	A11
21	IRQ7	A10
22	IRQ6	A9
23	IRQ5	A8
24	IRQ4	A7
25	IRQ3	A6
26	-DACK2	A5
27	T/C	A4
28	ALE	A3
29	+5V	A2
30	OSC	A1
31	⊥	A0
	Soldadura	Componentes

Fig. 51. Conector de expansión del IBM-PC.

- IOCHRDY: Es la señal que puede utilizar un adaptador para prolongar el ciclo de transferencia de memoria o entrada/salida, poniéndolo en bajo nivel.
- IRQ2-IRQ7: Petición de interrupción. Hay 6 disponibles en el bus, de las cuales varias están utilizadas en los adaptadores usuales.
- -IOR: Indica que la operación es de lectura de dispositivo exterior.
- -IOW: Indica que la operación es de escritura " ".
- -MEMR: Indica que la operación es de lectura de la memoria.
- -MEMW: Indica que la operación es de escritura " ".
- DRQ1-DRQ3: Petición de operación de acceso directo a la memoria (DMA)
- -DACK0-DACK3: Contestación a la petición de acceso directo a la memoria.
- T/C: Señal suministrada al llegar a cero el contador de transferencias por DMA.
- +5V: Hay dos líneas por las que llega alimentación para los circuitos lógicos.
- -5V: Hay una línea.
- +12V: Hay una línea.
- -12V: Hay una línea.
- GND: Hay tres líneas. La señal común de alimentaciones está igualmente conectada al chasis.



Limitaciones de consumo

Los valores especificados como máximo para el consumo de las fuentes es, para los modelo PC y XT:

- +5 Voltios 7 Amperios, (15 Amperios en el XT)
- -5 Voltios 0,3 Amperios
- +12 Voltios 2 Amperios, (4,2 Amperios en el XT)
- -12 Voltios 0,25 Amperios

La fuente de alimentación es de tipo conmutado, con lo que se obtiene gran eficiencia.

Todas la fuentes llevan protección de sobrecorriente, sobretensión y temperatura. Si se produce cualquiera de estas condiciones anormales, la máquina se detiene y desaparecen todas las tensiones, siendo necesario apagar y encender de nuevo. Si el fallo activó el sensor de temperatura será necesario esperar a que se enfríe, para poder encender de nuevo.



Consideraciones adicionales

Para la conexión a los conectores de expansión de nuevos adaptadores es conveniente tener presente que el IBM-PC está diseñado con arquitectura abierta para permitir la conexión de diferentes dispositivos de manera modular y según las necesidades del usuario. Sin embargo para garantizar una operación compatible con los adaptadores existentes es necesario tener presente las condiciones mínimas a cumplir para que el adaptador añadido no deteriore el funcionamiento de los demás. Por tanto la siguiente lista puede orientar el diseño de los adaptadores específicos:

- Respetar los límites de consumo de las fuentes de alimentación, según cada modelo
- Respetar la recomendación de no más de 2 cargas TTL-LS por cada señal de salida del bus
- Desacoplar las alimentaciones con condensadores de tántalo y cerámicos, distribuidos convenientemente en la placa.
- Utilizar circuitos foto-acoplados si se activan señales exteriores de potencia
- Mantener la capacidad presente en cada línea del bus lo más baja posible y a poder ser menor a 20 picofaradios.
- Amplificar mediante los circuitos apropiados las señales de bus que deban propagarse dentro de la tarjeta.
- Utilizar un amplificador bidireccional para el bus de datos y unidireccional para el de direcciones, siempre que haya más de dos entradas conectadas a una determinada señal.
- Garantizar las condiciones iniciales del adaptador ya sea por el diseño del circuito o por utilización de la señal de Reset de dispositivo.

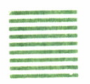
Las recomendaciones pueden relajarse algo si se conoce el número de tarjetas presentes en el peor caso, pero no conviene apurar demasiado, pues haría más difícil el proceso de depuración del diseño. Es buena práctica aislar en todo lo posible los circuitos propios del adaptador diseñado de los del bus general.

Una forma cómoda de realizar adaptadores para el IBM-PC es utilizar la tarjeta de Prototipos, especialmente diseñada para hacer fácil es desarrollo de un nuevo dispositivo. Esta tarjeta posee las siguientes características:

- Permite utilizar todo el espacio libre de un slot largo.
- Dispone de distribución de alimentación y masa para toda la tarjeta.
- Dispone de circuito de interfaz directamente sobre el circuito impreso.
- El espacio de direcciones de entrada/salida utilizado está ubicado en una zona no utilizada por ningún adaptador, por lo que no creará conflic-

to con ninguno de los adaptadores originales. (X'300'-X'31F'). Dispone de una decodificación de grupo, que puede individualizarse para los 5 bits más bajos, mediante un circuito decodificador adicional, como el 74LS138.

- El espacio libre puede cablearse mediante hilo enrollado (wire-wrap) o por soldadura.
- Su precio es relativamente bajo, para la simplificación del diseño que proporciona.



GLOSARIO

Se incluyen en esta lista los términos y siglas utilizados en las descripciones o que son de uso común en el argot de informática.

ALU: Unidad aritmético-lógica. Incluida en la CPU, realiza las operaciones lógicas y aritméticas.

Analógico: Representación de señal continua en los niveles de significación y en el tiempo.

ASCII: American Standard Code for Information Interchange. Corresponde al código ISO-7. Existen versiones a 6 y 7 bits. El código empleado por el IBM-PC es ASCII extendido para incluir caracteres acentuados y otros símbolos matemáticos. a lenguaje de máquina.

Baud: Cada símbolo individual transmitido por segundo.

BCD: Binary Coded Decimal: Representación de números codificados en binario de cuatro bits cada dígito decimal.

Buffer: 1.—Memoria intermedia empleada en transferencias con dispositivos de entrada/salida. 2.—Amplificador de señal.

Bug: Error en programa.

Bus: Conjunto de hilos que transportan las señales empleadas en los equipos digitales.

Byte: Octeto o conjunto de 8 bits de información procesada simultáneamente.

CA/D: Conversor analógico-digital.

CCITT: Comite Consultive International for Telephone and Telegraph. Organismo internacional consultivo que establece las recomendaciones que regulan las comunicaciones por teléfono y telégrafo.

Cps: Caracteres por segundo.

CPU: Unidad Central de Proceso. Conjunto de circuitos que realizan las funciones centrales de control. Puede ser un microprocesador.

CRC: Cyclic Redundancy Check: Método de control de error por cálculo del resto de la división del mensaje entre un polinomio.

DAO: Diseño Asistido por Ordenador

Debug: Depuración de errores de un programa.

DMA: Acceso Directo a Memoria. Método de transferencia de datos entre memoria y un periférico, sin empleo del procesador.

DOS: Sistema Operativo en Disco. Nombre genérico empleado para definir el conjunto de programas básicos de la máquina cuando están contenidos en disco o diskette.

DVM: Digital Volt Meter. Voltímetro digital.

EBCDIC: Extended Binary Coded Decimal International Code. Código de representación de símbolos empleado por IBM. lectura con posibilidad de borrado mediante pulsos eléctricos.

EIA: Electronic Industrial Association. Organismo regulador de normas relacionadas con equipos electrónicos y de proceso de datos.

FIFO: First In First Out. Forma de organizar la entrada y salida de datos en un conjunto de registros : Primero en entrar, primero en salir.

Firmware: Conjunto de rutinas de soporte en ROM.

Flag: Bandera : 1.—Indicador de alguna condición en un programa, 2.—Carácter separador en método HDLC de comunicaciones. X'7E'.

Fotoacoplador: Dispositivo que realiza la unión entre circuitos a través de fotones. Permite el aislamiento galvánico.

Full duplex: Duplex. Canal de comunicación bidireccional simultáneamente.

GPIB: General Purpose Interface Bus : Denominación corriente del bus standar IEEE-488.

Half duplex: Semi duplex. Canal de comunicación alternativamente unidireccional.

Handshake: Secuencia o protocolo entre dispositivos para indicar cuando comienzan y terminan las transferencias de datos.

HP-IB: Hewlet Packard Interface Bus, actualmente es la norma IEEE-488, para conexión de instrumentos.

IEEE: Institut of Electric and Electronic Engineers americano.

Interfaz: Equipo necesario para conectar un dispositivo externo al bus del ordenador.

Interrupción: Señalización recibida asíncronamente por la CPU de que un dispositivo necesita atención.

Inversor: Circuito lógico que realiza la función de negación.

I/O mapped: Direccionamiento de puertos con direcciones propias.

ISO: International Standard Organization. Organismo dependiente de la ONU que trata de unificar las normas.

LPC: Linear Predicting Code. Método de codificación de voz por predicción lineal.

Modem: MOdulador DEModulador. Equipo para transmisión/recepción de información por líneas telefónicas.

Multiplexor: Dispositivo que permite la selección alternativa del empleo de un dispositivo mediante su dirección.

NRZ: Non return to zero: Codificación de la información sin retorno a cero. Método en el que se emplea todo el tiempo de un bit para representar la información.

OCR: Optical Character Recognition. Reconocimiento de caracteres ópticos.

OP: Ordenador Personal.

Optoacoplador: Igual a fotoacoplador.

Paridad: Suma módulo dos del número de bits en uno de un número binario. Se emplea como control de error.

Paso-paso: Tipo de motores eléctricos que permiten controlar su avance mediante pulsos, en fracciones de vuelta.

Periférico: Dispositivo conectado al ordenador que no es parte del procesador central. Cualquier dispositivo de entrada/salida.

PIA: Peripheral Interface Adapter. Circuito para conexión de periféricos.

Pitch: Frecuencia fundamental de la voz.

Pixel: Picture element : Define el punto mínimo de una imagen.

Polling: Invitación que hace un controlador a cada terminal conectado en multipunto, para establecer intercambio de mensajes.

PROM: Programable Read Only Memory. Memoria de solo lectura.

Puerto: Cada uno de los puntos de entrada de información al ordenador desde el exterior.

RAM: Random Access Memory. Usualmente memoria con posibilidad de lectura/escritura.

Registro: Nombre generico dado a los circuitos que pueden mantener la información por un tiempo. Se aplica a conceptos diferentes como : unidades internas de la CPU, almacenamiento intermedio en E/S, unidad de información en los almacenamientos de masa.

Residente: Dícese de los programas que se encuentran permanentemente en memoria.

RS-xxx: Recomended Standard, norma recomendada por el EIA.

RZ: Return to zero, Codificación con retorno a cero. Método en el cual se emplea la mitad del tiempo de un bit con la información y la otra mitad siempre en cero.

Sample and Hold: Circuito de muestreo y retención, empleado como paso previo en conversión analógico digital, para mantener la señal en nivel estable mientras se realiza la conversión.

SCR: Silicon Controlled Rectifier. Dispositivo similar al diodo con posibilidad de control del instante de conducción.

Servo: Dispositivo que permite la conversión de una señal eléctrica en posición. Más genéricamente dispositivo de ayuda en control de posición.

Slot: Ranura, cada conector de expansión donde puede instalarse un adaptador de periférico.

Soldadura fría: 1.—Unión de referencia para termopar. 2.—Soldadura realizada demasiado deprisa y que puede realizar mal contacto.

Stack: Pila o zona de memoria que emplea de forma secuencial con método LIFO. Sirve para el almacenamiento temporal de variables.

Strobe: Señal que acompaña a un conjunto de bits para indicar el instante en que son válidos.

Telex: Servicio de comunicación automática entre abonados mediante líneas de baja velocidad y equipos telegráficos.

Terminal: Aplicable a cualquier dispositivo que permite el acceso en un sistema de comunicaciones.

Tiempo real: Tratamiento de fenómenos en el momento en que se producen.

Tiempo de respuesta Duración entra la llegada del último carácter del mensaje de entrada y la salida del primero de respuesta, en un sistema de transmisión.

Trace: Traza o pista, información generada durante la depuración o seguimiento de un programa.

Trama: Denominación del mensaje en general transmitido en HDLC. También se emplea para definir la señal que compone la imagen de una pantalla en televisión.

Trap: Captura. Detección del paso de un programa por una sentencia y desvío a la ejecución de una rutina especial, al producirse una situación anormal.

Tristate: Tipo de circuito de salida de la familia TTL que permite establecer un nivel de alta impedancia. Utilizado en conexiones a bus.

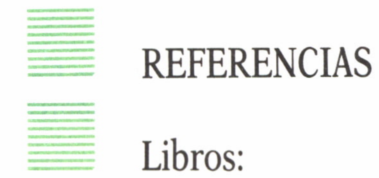
TTL: Transistor Transistor Logic. Familia de circuitos integrados digitales. Utiliza transistores bipolares. Hay numerosas variantes.

ULA: Uncommited Logic Array : Conjunto de circuitos de aplicación específica realizados mediante circuitos predefinidos en un solo chip.

UART: Universal Asynchronous Receiver/Transmiter. Circuito para comunicaciones serie asíncronas, que realiza la conversión paralelo-serie y viceversa.

Vector: Apuntador que contiene la dirección de un programa.

Wire-wrap: Hilo enrollado. Método de conexión entre circuitos sin necesidad de soldadura.

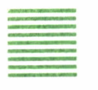


REFERENCIAS

Libros:

• The art of electronics. P. Horowitz and W. Hill. Ed. Cambridge University Press 1980.

• Teleinformática y Redes de Ordenadores. Ed. Marcombo 1984.
• Microprocesadores y microordenadores. Ed. Marcombo 1980
• Interconexión de periféricos a microordenadores. Ed. Marcombo 1980
• Interfacing to the IBM Personal Computer. L.C.Eggebrecht. Ed. Howard W. Sams & Co., Inc. 1983
• Computer Peripherals that you can build. G. W. Wolfe. Ed. TAB Books Inc. 1982.
• ZX-Spectrum, Teoría y Proyectos de interfaces para el ZX-Spectrum. G. Bishop. Ed. McGrawHill, 1985
• ZX-Spectrum hardware manual. A. Dickens. Ed. Melbourne House, 1983.
• The Complete Spectrum ROM disassembly. I.Logan & F.O'Hara. Ed. Melbourne House, 1983.
• Spectrum microdrive book. I. Logan. Ed. Melbourne House 1093.
• Programación del Interface 1 y Microdrive. A.Núñez. Ed. Anaya Multimedia, 1985.
• Z80 Microprocessor family. Databook. SGS. 1984.
• Z80 Assembly Language Programming. L.A.Leventhal. McGrawHill 1979.
• IBM PC Technical Reference Manual. 1982
• IBM PC Basic Manual. 1982
• Ciarcia Circuits Cellar. Steve Ciarcia. Ed. McGrawHill, 1982
• Electronic Projects Ready-Reference. J. Markus. Ed. McGrawHill, 1982.
• Interfacing and Programming manual. HP7475 graphics plotter.
• National Semiconductors Applications. 1980
• National Semiconductors Interfaces. 1980
• RCA COS/MOS Digital Integrated Circuits. 1974.
• HP Optoelectronics Handbook. 1985.
• Intel Microprocessors Handbook. 1985.
• General Instruments.Catalog of Optoelectronics 1985.
• Texas Instruments, Master Selection Guide 1984/85.
• Siemens. Discrete semiconductors, Short Form Catalog 1984/85.

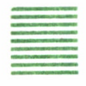


REVISTAS

Se mencionan los nombres de las revistas en las que aparecen con frecuencia artículos relacionados con conexión de periféricos a ordenadores personales y que tienen relación con los temas tratados.

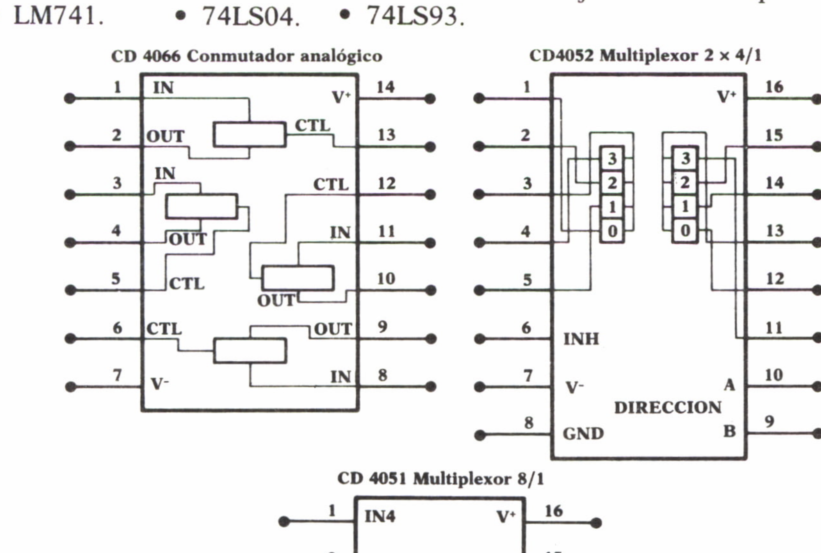
• Byte.
• Kilobaud.
• IBM-PC Magazine.

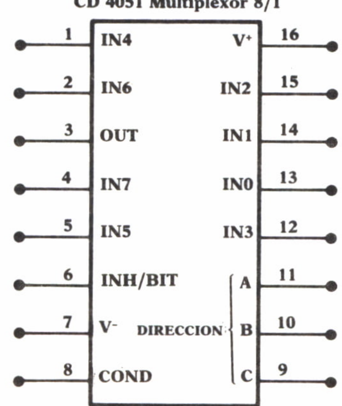
- IBM-PC Technical Journal.
- Elector.
- Electronic Design.
- Automática e Instrumentación.
- MicroHobby.
- Computer Digest.



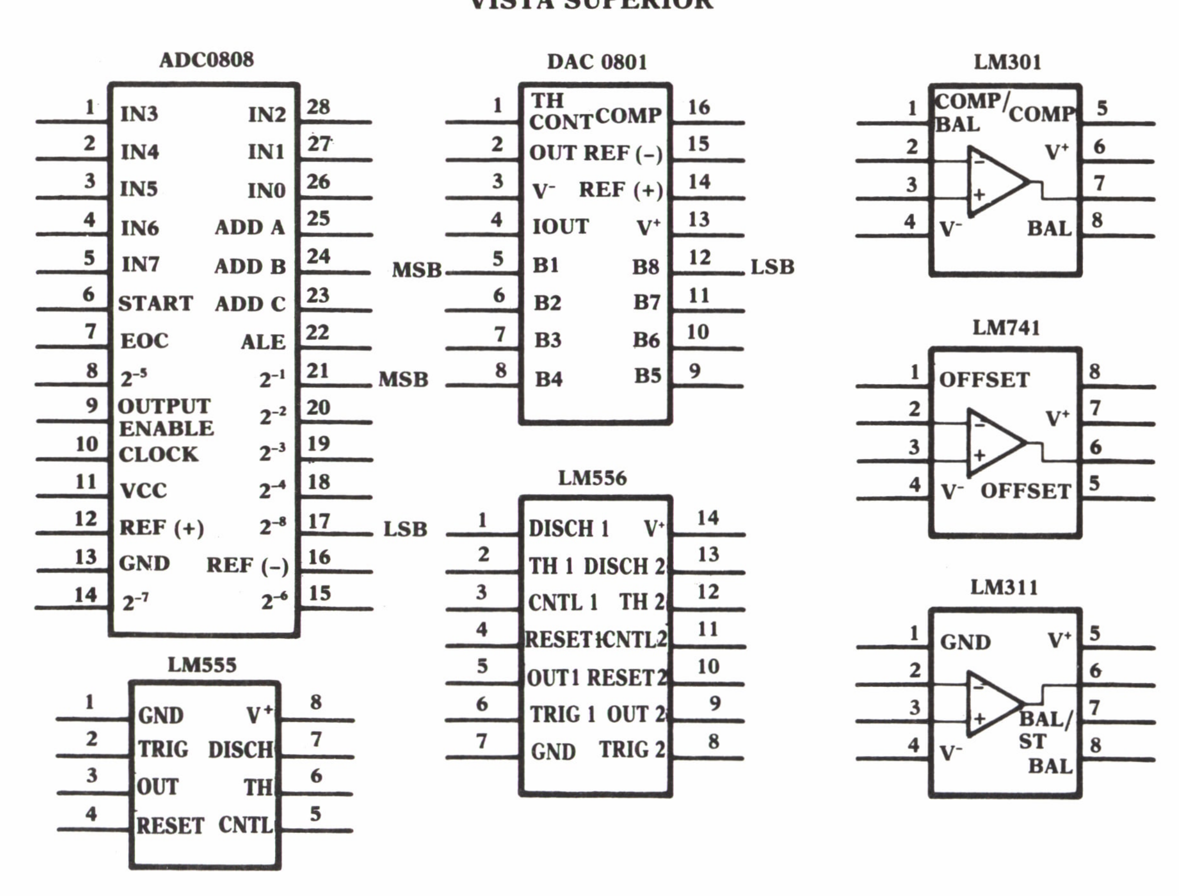
Descripción de componentes empleados.

- ADC0808.
- DAC0801.
- CD4051.
- CD4052.
- CD4066.
- LM555.
- LM556.
- LM741.
- MCT2.
- MCT8.
- 1488.
- 1489.
- 74LS00.
- 74LS01.
- 74LS02.
- 74LS04.
- 74LS05.
- 74LS08.
- 74LS30.
- 74LS32.
- 74LS73.
- 74LS74.
- 74LS86.
- 74LS93.
- 74LS138.
- 74LS240.
- 74LS244.
- 74LS245.
- Tarjeta Adaptador Juegos IBM-PC.
- Tarjeta de Prototipos IBM-PC.

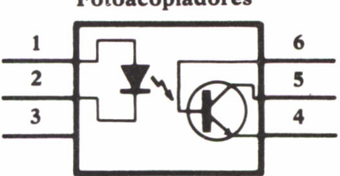




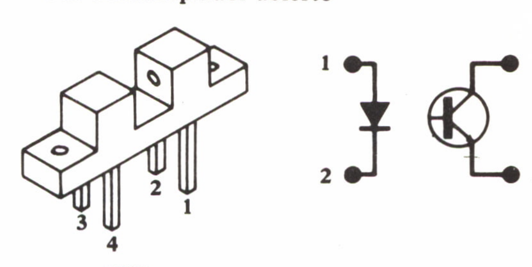
DESCRIPCION COMPONENTES
VISTA SUPERIOR







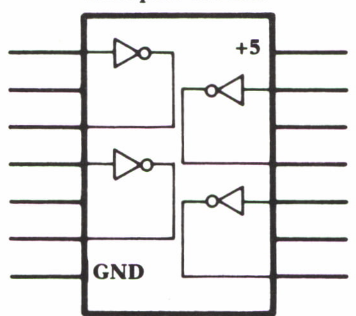
MCT8 Fotoacoplador abierto



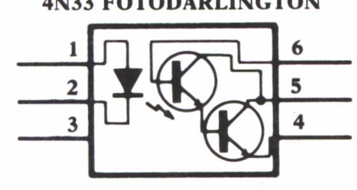
1488
Emisor RS-232

1 +12 −12 14
2 13
3 12
4 11
5 10
6 9
7 GND 8

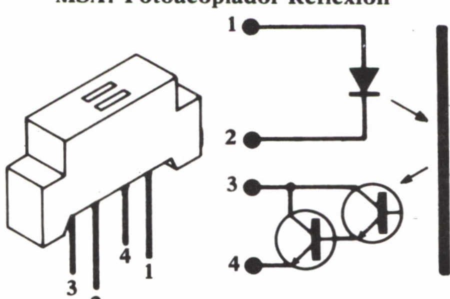
1489
Receptor RS-232



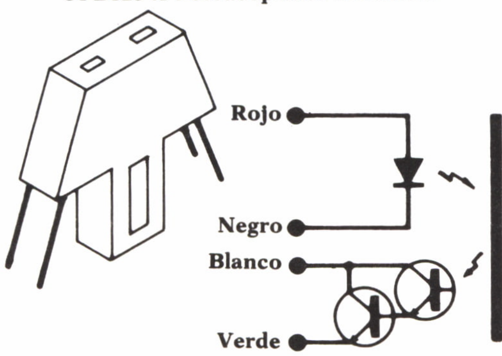
4N33 FOTODARLINGTON

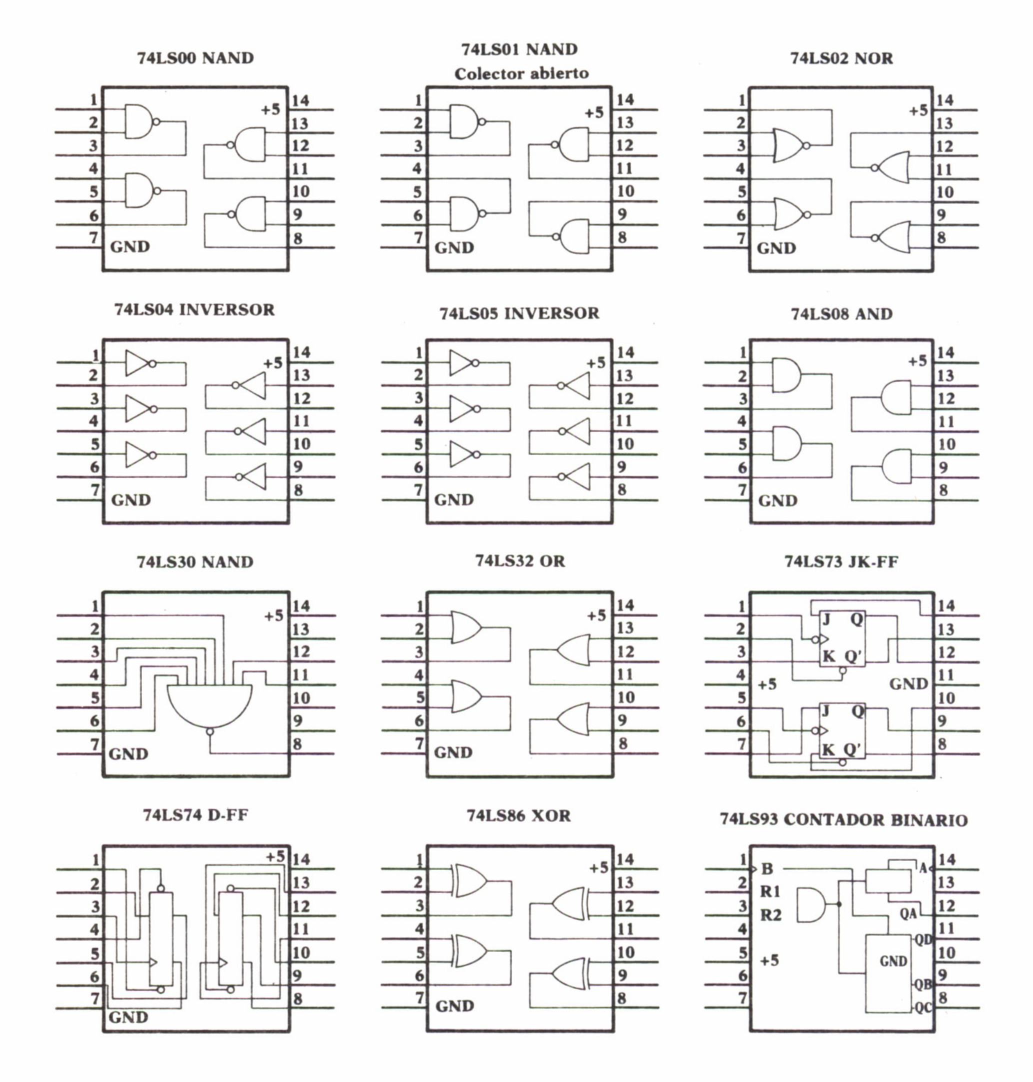


MSA7 Fotoacoplador Reflexión



OPB125 A Fotoacoplador reflexión

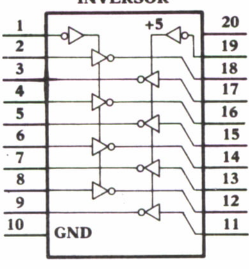



74LS00 NAND
1
2
3
4
5
6
7
GND
+5
14
13
12
11
10
9
8
74LS01 NAND
Colector abierto
74LS02 NOR
74LS04 INVERSOR
74LS05 INVERSOR
74LS08 AND
74LS30 NAND
74LS32 OR
74LS73 JK-FF
J
Q
K
Q'
74LS74 D-FF
74LS86 XOR
74LS93 CONTADOR BINARIO
B
R1
R2
A
QA
QD
QB
QC

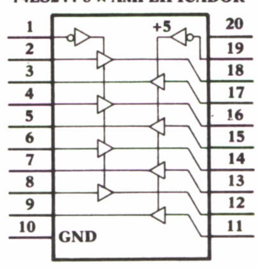
74LS138 DECODIFICADOR 3/8

Pin	Signal	Signal	Pin
1	A	+5	16
2	B	Y0	15
3	C	Y1	14
4	G2A	Y2	13
5	G2B	Y3	12
6	GI	Y4	11
7	Y7	Y5	10
8	GND	Y6	9

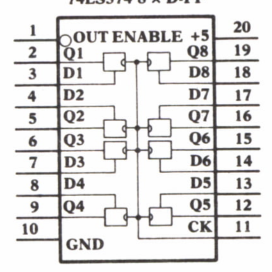
74LS240 8 × AMPLIFICADOR INVERSOR



74LS244 8 × AMPLIFICADOR

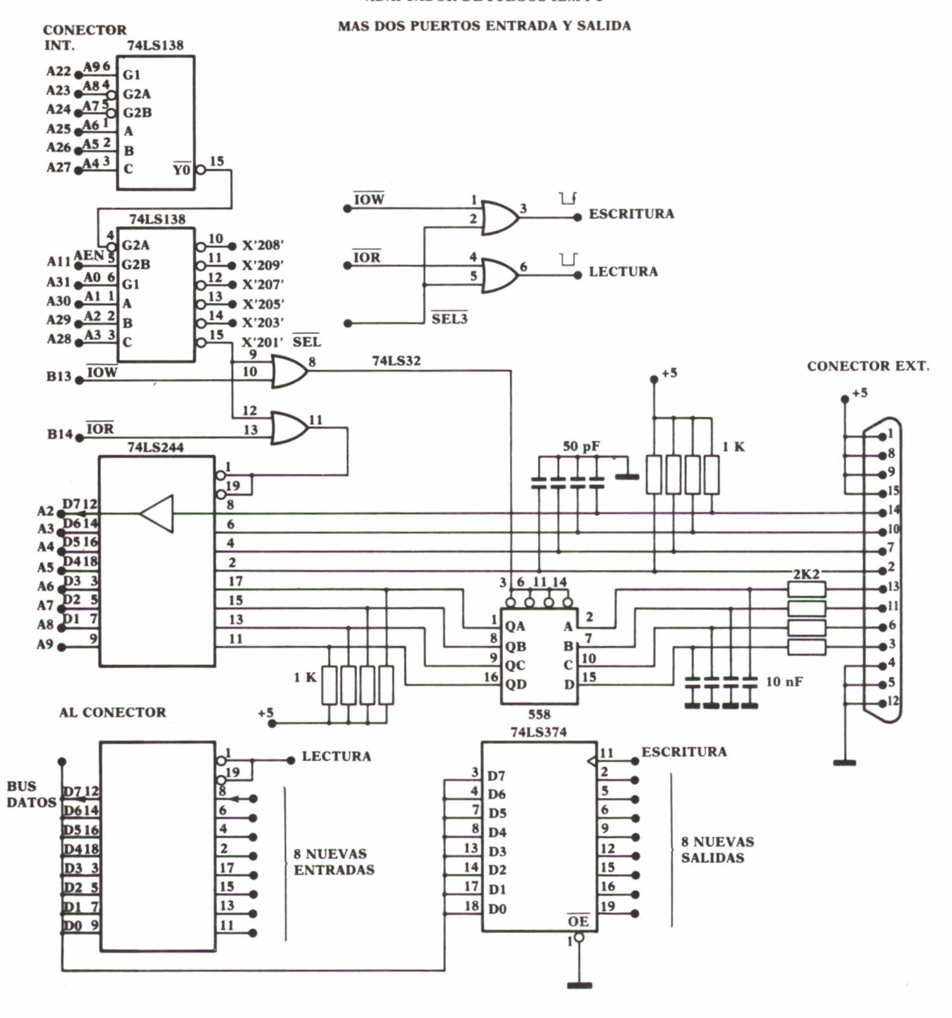


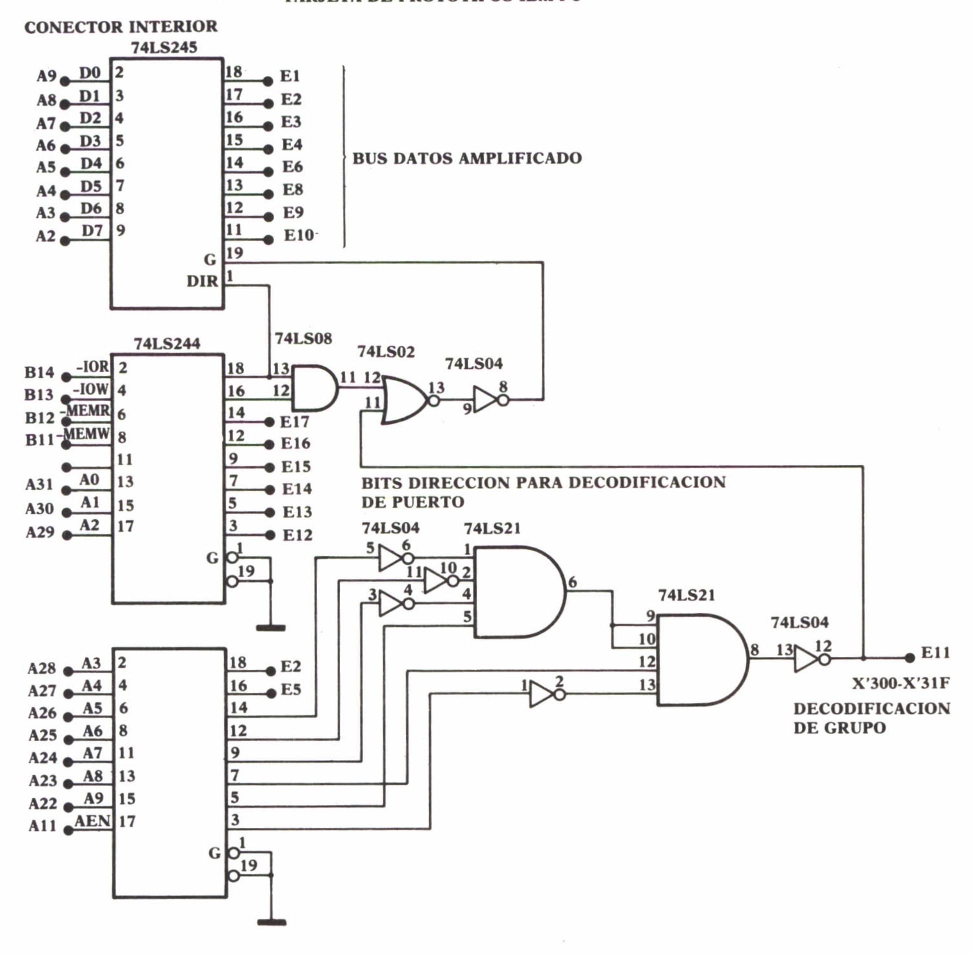
74LS374 8 × D-FF



74LS245 8 × AMPLIFICADOR BIDIRECCIONAL




ADAPTADOR DE JUEGOS IBM-PC
MAS DOS PUERTOS ENTRADA Y SALIDA
CONECTOR INT.
74LS138
G1
G2A
G2B
A
B
C
Y0
A22
A23
A24
A25
A26
A27
A9
A8
A7
A6
A5
A4
74LS138
AEN
A11
A31
A30
A29
A28
A0
A1
A2
A3
X'208'
X'209'
X'207'
X'205'
X'203'
X'201'
SEL
B13
IOW
B14
IOR
74LS32
IOW
IOR
SEL3
ESCRITURA
LECTURA
74LS244
D7
D6
D5
D4
D3
D2
D1
50 pF
+5
1 K
CONECTOR EXT.
+5
2K2
558
QA
QB
QC
QD
A
B
C
D
10 nF
1 K
+5
AL CONECTOR
74LS374
LECTURA
ESCRITURA
BUS
DATOS
D0
8 NUEVAS
ENTRADAS
8 NUEVAS
SALIDAS
OE


TARJETA DE PROTOTIPOS IBM-PC
CONECTOR INTERIOR
74LS245
A9 D0 2 18 E1
A8 D1 3 17 E2
A7 D2 4 16 E3
A6 D3 5 15 E4
A5 D4 6 14 E6
A4 D5 7 13 E8
A3 D6 8 12 E9
A2 D7 9 11 E10
G 19
DIR 1
BUS DATOS AMPLIFICADO
74LS244
B14 -IOR 2 18
B13 -IOW 4 16
B12 -MEMR 6 14 E17
B11 -MEMW 8 12 E16
11 9 E15
A31 A0 13 7 E14
A30 A1 15 5 E13
A29 A2 17 3 E12
G 1 19
74LS08
74LS02
74LS04
BITS DIRECCION PARA DECODIFICACION
DE PUERTO
74LS04
74LS21
74LS21
74LS04
A28 A3 2 18 E2
A27 A4 4 16 E5
A26 A5 6 14
A25 A6 8 12
A24 A7 11 9
A23 A8 13 7
A22 A9 15 5
A11 AEN 17 3
G 1 19
E11
X'300-X'31F
DECODIFICACION
DE GRUPO

ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA

INFORMATICA APLICADA

INDICE GENERAL

5 AÑADA PERIFERICOS A SU ORDENADOR

Breve descripción de varios periféricos que facilitan la comunicación con el ordenador personal, con algunos ejemplos de fácil construcción: ratón, lápiz óptico, marco para pantalla táctil...

6 GRAFICOS ANIMADOS CON EL ORDENADOR

En este libro las técnicas utilizadas para la animación son el resultado de unas pocas ideas básicas muy sencillas de comprender. Descubrirá los trucos y secretos de movimientos, choques, rebotes, explosiones, disparos, saltos, etc.

7 JUEGOS INTELIGENTES EN MICROORDENADORES

Los ordenadores pueden enfrentarse de forma «inteligente» ante puzzles y otros tipos de juegos. Esto es posible gracias al nuevo enfoque que ha dado la IA a la tradicional teoría de juegos.

8 DISPOSITIVOS INTERACTIVOS PARA SU ORDENADOR

Descripción detallada de la forma de construir, paso a paso y en su propia casa, dispositivos electrónicos que aumentarán la potencia y facilidad de uso de su ordenador: tableta digitalizadora, convertidores de señales analógicas, comunicaciones entre ordenadores.

9 DIBUJOS TRIDIMENSIONALES EN EL ORDENADOR PERSONAL

Compruebe que también con su ordenador personal puede llegar a diseñar y calcular imágenes en tres dimensiones con técnicas semejantes a las utilizadas por los profesionales del dibujo con equipos mucho más sofisticados.

10 PRACTIQUE MATEMATICAS Y ESTADISTICA CON EL ORDENADOR

En este libro se repasan los principales conceptos de las Matemáticas y la Estadística, desde un punto de vista eminentemente práctico y para su aplicación al ordenador personal. Se basan los diferentes textos en la presentación de pequeños programas (que usted podrá introducir en su ordenador personal).

11 CRIPTOGRAFIA: LA OCULTACION DE MENSAJES Y EL ORDENADOR

En este libro se presentan las técnicas de ocultacion de mensajes a través de la criptografía desde los primeros tiempos hasta la actualidad, en que el uso de los computadores ha proporcionado la herramienta necesaria para llegar al desarrollo de esta ciencia.

12 APL: LENGUAJE PARA PROGRAMADORES DIFERENTES

APL es un lenguaje muy potente que proporciona gran simplicidad en el desarrollo de programas y al mismo tiempo permite programar sin necesidad de conocer todos los elementos del lenguaje. Por ello es ideal para quienes reúnan imaginación y escasa formación en Informática.

13 PRACTIQUE CIENCIAS NATURALES CON EL ORDENADOR

Ejemplos sencillos para practicar con el ordenador. Casos curiosos de la Naturaleza en forma de programas para su ordenador personal.

14 COMO SIMULAR CIRCUITOS ELECTRONICOS EN EL ORDENADOR

Introducción a los diferentes métodos que se pueden emplear para simular y analizar circuitos electrónicos, mediante la utilización de diferentes lenguajes.

15 LOS LENGUAJES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Libro en que se describen los lenguajes específicos para la «elaboración del saber» y los entornos de programación correspondientes. El conocimiento de estos lenguajes, además de interesante en sí mismo, es sumamente útil para entender todo lo que la Informática Artificial supondrá para el futuro de la Informática.

16 PRACTIQUE FISICA Y QUIMICA CON SU ORDENADOR

Libro eminentemente práctico para realizar pequeños «experimentos» con su ordenador y distraerse de un modo útil.

17 EL ORDENADOR Y LA LITERATURA

En este libro se examinan procesadores de textos, programas de análisis literario y una curiosa aplicación desarrollada por el autor: APOLO, un programa que compone estructuras poéticas.

18 COMO ELEGIR UNA HOJA ELECTRONICA DE CALCULO

En este título se estudian las diferentes versiones existentes de esta aplicación típica, desde el punto de vista de su utilidad para, en función de las necesidades de cada usuario y del ordenador de que dispone, poder elegir aquella que más se adecúe a cada caso.

19 ECONOMIA DOMESTICA CON EL ORDENADOR PERSONAL

Breve introducción a la contabilidad de doble partida y su aplicación al hogar, con explicaciones de cómo utilizar el ordenador personal para facilitar los cálculos, mediante un programa especialmente diseñado para ello.

20 ¿MAQUINAS MAS EXPERTAS QUE LOS HOMBRES?

Después de situar los «sistemas expertos» en el contexto de la inteligencia artificial y describir su construcción, su funcionamiento, su utilidad, etc., se analiza el papel que pueden tener en el futuro (y presente, ya) de la Informática.

21 PRACTIQUE HISTORIA Y GEOGRAFIA CON SU ORDENADOR

Libro interesante para los aficionados a estas ciencias, a quienes presenta una nueva visión de cómo utilizar el microordenador en su estudio.

22 ERGONOMIA: COMUNICACION EFICIENTE HOMBRE-MAQUINA

Análisis de la comunicación entre el hombre y la máquina, y estudio de diferentes soluciones que tienden a facilitarla lo más posible.

23 EL ORDENADOR Y LA ASTRONOMIA

Los cálculos astronómicos y el conocimiento del firmamento en un libro apasionante y curioso.

24 VISION ARTIFICIAL. TRATAMIENTO DE IMAGENES POR ORDENADOR

El procesado de imágenes es un campo de reciente y rápido desarrollo con importantes aplicaciones en áreas tan diversas como la mejora de imágenes biomédicas, robóticas, teledetección y otras aplicaciones industriales y militares. Se presentan los principios básicos, los sistemas y las técnicas de procesado más usuales.

25 LA ESTACION TERMINAL PERSONAL

Las modernas técnicas de comunicación van permitiendo que las grandes capacidades de proceso y el acceso a bases de datos de gran tamaño estén cada día más al alcance de cada usuario (fuera ya de los Centros de Proceso de Datos).

26 EL ORDENADOR COMO MAQUINA DE ESCRIBIR INTELIGENTE

Descripción de los sistemas de tratamiento de textos existentes, análisis comparativos y estudio de posibilidades de cada uno de ellos. Guía práctica para la elección del presente paquete que más se adecúe a nuestras necesidades y al ordenador personal de que dispongamos.

27 EL LENGUAJE C, PROXIMO A LA MAQUINA

Lenguaje de programación que se está imponiendo en los microordenadores más grandes, tanto por su facilidad de aprendizaje y uso, como por su enorme potencia y su adecuación a la programación estructurada. Vinculado íntimamente al sistema operativo UNIX es uno de los lenguajes de más futuro entre los que utilizan los micros personales.

28 EL ORDENADOR COMO INSTRUMENTO MUSICAL Y DE COMPOSICION

Análisis de cómo se puede utilizar el ordenador para la composición o interpretación de música. Libro eminentemente práctico, con numerosos ejemplos (que usted podrá practicar en su ordenador casero) y lleno de sugerencias para disfrutar haciendo de su ordenador un verdadero instrumento musical.

29 LA CREATIVIDAD EN EL ORDENADOR. EXPERIENCIAS EN LOGO

El LOGO es un lenguaje enormemente capacitado para la creación principalmente gráfica y en especial para los niños. En este sentido se han desarrollado numerosas experiencias. En el libro se analizan estas experiencias y las posibilidades del LOGO en este sentido, así como su aplicación a su ordenador casero para que usted mismo (o con sus hijos) pueda repetirlas.

30 SISTEMAS OPERATIVOS: EL SISTEMA NERVIOSO DEL ORDENADOR

Características de diversos sistemas operativos utilizados en los ordenadores personales y caseros. Se trata de llegar al conocimiento, ameno, aunque riguroso, de la misión del sistema operativo de su ordenador, para que usted consiga sacar mayor rendimiento a su equipo.

NOTA: Ediciones Siglo Cultural, S. A., se reserva el derecho de modificar, sin previo aviso, el orden, título o contenido de cualquier volumen de la colección.

Los ordenadores personales pueden proporcionarle prestaciones adicionales si se les dota de capacidad de comunicación adecuada.

Aprenda cómo realizar una tabla digitalizadora o un sintetizador de voz que le permitan dar órdenes gráficas o recibir ayuda hablada.

Permita que su ordenador contacte con el mundo exterior a través de señales analógicas o con otro ordenador a través de líneas de comunicación.

Amplíe las posibilidades de su ordenador con proyectos de fácil construcción en áreas de primordial interés práctico.